



**Universidad**  
Zaragoza



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

**Proyecto Fin de Carrera**  
**Ingeniero Técnico Industrial**  
**Especialidad Electrónica**  
**Curso 2013-2014**

---

# **Sistema electrónico para el ahorro eléctrico en los hogares**

---

**Autor: Santiago Villarroya  
Garcés**

Departamento de Ingeniería  
Electrónica y  
Comunicaciones  
Universidad de Zaragoza  
Director:

**D. José María López Pérez**

Zaragoza, Junio 2014



*A mi familia y amigos.*

# Agradecimientos

*Me gustaría agradecer en estas líneas a todas las personas que han formado parte directa e indirectamente en la elaboración de este proyecto.*

*En primer lugar, agradecer a mis padres, a mi hermana, a Raquel y a mi familia el apoyo mostrado durante todo este tiempo y hacer posible la realización de mis estudios. Por otro lado, a todos los compañeros que han estado en los buenos y malos momentos, en especial a Hector Rillo con quién he compartido más horas de laboratorio de las que podría contar.*

*También querría expresar mi gratitud a los compañeros de diseño con los que he desarrollado conjuntamente el proyecto, Paz Hernando, Eduardo López, Isabel Lozano y Alejandra Lahoz . De igual manera, quiero agradecer a José María López la dedicación, la implicación y orientación en éste trabajo.*

*Por último, agradecer el apoyo desinteresado de los compañeros del laboratorio por estar siempre dispuestos a prestarme su ayuda y consejo en cualquier cuestión.*

*A todos ellos, gracias.*

# Resumen

Este trabajo se centra en el desarrollo de un nuevo producto, Bee-Light. Se corresponde con un modelo de proyecto **Tipo B**. En las siguientes líneas se describe con gran detalle todas las fases que se han ido siguiendo y cumplimentando, desde la idea que sugirió el concepto hasta su completo desarrollo físico y su implementación electrónica.

La razón de éste proyecto es reducir el consumo de energía eléctrica mejorando los hábitos de uso de los dispositivos electrónicos desde edades tempranas.

El desarrollo se ha llevado a cabo entre grupos de diseñadores y electrónicos, trabajando de forma colaborativa y avanzando paralelamente para conseguir completar las distintas fases.

Bee-Light es un interruptor que avisa que hay que apagar la luz al salir de la habitación, y además, posee unas funcionalidades que no tiene ningún otro dispositivo de la competencia. Va dirigido para los más pequeños del hogar. Con las características que tiene se pretenden inculcar una serie de buenos hábitos en los niños. Se dirige a ellos porque son quienes no tienen definidas unas rutinas de actuación y si tienen algún mal hábito todavía se puede corregir, cabe decir que las personas adultas tienen muy arraigados sus hábitos y es muy difícil cambiarlos.

## Índice

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
1.1 Descripción del proyecto.....	5
1.2 Objetivos del proyecto .....	6
1.3 Motivación e importancia del ahorro energético .....	7
1.4 Herramientas utilizadas.....	8
<b>Capítulo 2. Descripción general .....</b>	<b>9</b>
2.1 Ámbito del proyecto.....	9
2.2 Fases de desarrollo del proyecto .....	10
2.2.1 Planificación del proceso, búsqueda de información y análisis .....	10
2.2.2 Generación de conceptos y selección de proyectos.....	18
2.2.3 Desarrollo de las alternativas seleccionadas y presentación. ....	23
<b>Capítulo 3. Elección y descripción del producto .....</b>	<b>24</b>
3.1 Desarrollo del concepto elegido .....	24
3.2 Especificaciones del producto.....	25
3.3 Evolución del producto .....	26
3.4 Funciones del dispositivo .....	27
3.4.1 Principal .....	28
3.4.2 Controlador de otros dispositivos luminosos. ....	28
3.4.3 Modo Noche. ....	28
3.4.4 Registro y procesamiento de la hora de ir a dormir. ....	28
<b>Capítulo 4. Instrucciones y Ergonomía.....</b>	<b>29</b>
4.1 Usuario y entorno.....	29
4.2 Secuencia de uso .....	30
4.3 Forma y estructura .....	32
4.3.1 Dimensiones .....	33
<b>Capítulo 5. Implementación software y hardware.....</b>	<b>35</b>
5.1 Software y entorno elegido para la programación .....	35
5.1.1 Antecedentes.....	35
5.1.2 Características principales a la hora de elegir microcontrolador .....	36
5.1.3 Descripción del microcontrolador elegido .....	37
5.2 Funcionalidad principal .....	41

5.2.1	Detección de la luminosidad .....	42
5.2.2	Detector de movimiento .....	44
5.2.3	Aviso lumínico.....	47
5.3	Funcionalidades secundarias .....	50
5.3.1	Detección de otros dispositivos luminosos .....	50
5.3.2	Modo noche.....	55
5.3.3	Registro y procesamiento de la hora.....	59
5.4	Prototipo final sobre placa blanca .....	61
<b>Capítulo 6. Conclusiones y líneas futuras .....</b>		<b>62</b>
6.1	Conclusiones.....	62
6.2	Líneas de futuro.....	63
<b>Anexos.....</b>		<b>64</b>
Anexo I. Brief .....		65
Anexo II. Comunicación Infrarroja.....		66
Anexo III. Código de programación completo.....		72
Anexo IV. Planos.....		85
Conexión a la Red.....		85
Alimentación .....		85
Plano del esquemático.....		86
Interconexión de componentes a la PCB .....		86
Plano espacial.....		87
Plano PCB 3D.....		88
Plano PCB .....		89
Anexo V. Dossier de los diseñadores reducido .....		90
Anexo VI. Datasheets .....		115
<b>Bibliografía.....</b>		<b>143</b>

## Acrónimos

LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
PTC	<i>Positive Temperature Coefficient</i>
NTC	<i>Negative Temperature Coefficient</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
LVDT	<i>Linear Variable Differential Trasnformer</i>
KW	Kilo - Watio
V	Voltios
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
KHz	Kilo - Herzio
Kb	Kilo - Byte
IR	<i>Infra - Red</i>
LD	<i>Láser Diode</i>
A/D	Analógico / Digital
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
PWM	<i>Pulse Whidt Modulation</i>
SRAM	<i>Static Random Acces Memory</i>
SMD	<i>Surface Mounting Device</i>
THD	<i>Through Hole Device</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
GND	<i>Ground</i>
PIR	<i>Passive Infra Red</i>
RGB	<i>Red Green Blue</i>
I2C	<i>Inter Integrated Circuits</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Progammable Read-Only Memory</i>



## Índice de tablas

*Tabla 1: Comparativa sobre el consumo de los principales electrodomésticos.*

*Tabla 2: Principales características y parámetros que definen un sensor.*

*Tabla 3: Tabla comparativa entre distintos tipos de sensores y las magnitudes que miden [3].*

*Tabla 4: Tabla ilustrativa de los distintos fabricantes de microcontroladores y sus patentes.*

*Tabla 5: Ejemplos de receptores IR y sus parámetros característicos.*

*Tabla 6: Clasificación de láseres de acuerdo con la potencia emitida, se considera que la fuente es puntual. La clase 1 es considerada como segura para los ojos.*

*Tabla 7: Materiales semiconductores utilizados en Leds y su relación con la longitud de onda emitida y la energía de la banda prohibida.*

## Capítulo 1. Introducción

La realización de este proyecto fin de carrera se enmarca en la colaboración entre departamentos de distintos perfiles técnicos. En este capítulo se resumen las características, objetivos y requisitos mínimos del proyecto. El resto vienen especificadas en el brief (Ver Anexo I).

## 1.1 Descripción del proyecto

Existen actualmente en el mercado múltiples productos electrónicos. Desde productos muy sencillos y simples hasta muy complejos y sofisticados, diseñados para diferentes usos. Generalmente, su funcionalidad depende de las necesidades del usuario y el entorno de aplicación.



*Figura 1.1. Distintos tipos de aparatos electrónicos actualmente en el mercado*

El éxito de estos productos radica generalmente en la versatilidad que ofrece el amplio desarrollo electrónico, pudiendo dotar a los productos actuales de funciones que no se pueden conseguir con otras tecnologías, el uso de baterías, pantallas, memorias, sistemas de navegación, procesadores, etc.

Este gran abanico de posibilidades crea un problema, que es conseguir elegir el dispositivo más adecuado a sus necesidades teniendo en cuenta la tecnología que utilice, el precio, el método de uso, etc.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

En el desarrollo del producto trabajarán conjuntamente equipos de diseñadores y electrónicos, que tendrán que colaborar en todas las fases. Los electrónicos tendrán que realizar un estudio profundo de las tecnologías electrónicas disponibles y sus

potenciales funcionalidades, aportando al equipo un panorama de posibilidades para el desarrollo de los conceptos.

Este trabajo conjunto se realiza debido a la propuesta de unir el trabajo de dos perfiles diferentes aprovechando el desarrollo de un proyecto electrónico exigido al equipo de diseño.

Desarrollar el proyecto de esta manera simula el trabajo que se realiza entre departamentos de distintas características, e incluso, se podría decir que simula el trabajo de una empresa real. De esta manera los estudiantes hemos aprendido a trabajar en equipo con personas que no son de nuestra especialidad, las ventajas que ello produce y los métodos de trabajo que tienen tus compañeros. También compartir conocimientos, enfocar los problemas con otro punto de vista y darte cuenta de qué es lo que exigimos cada uno al resto de compañeros.



*Figura 1.2. Imagen representativa gráfica del trabajo en equipo.*

## 1.2 Objetivos del proyecto

- Realizar una descripción y definición de producto previa a la realización de las fases conceptuales, antes de comenzar con los bocetos.
- Definir las funciones del producto.
- Desarrollar habilidades y actitudes profesionales a través del trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares.
- Realizar las investigaciones necesarias sobre las tecnologías electrónicas aplicables en el producto.
- Aprender el uso de herramientas informáticas de desarrollo electrónico y habilidades de montaje.

- Definir tipo de alimentación del producto. Sistemas de conexión / desconexión y puesta en funcionamiento.
- Los materiales elegidos deberán satisfacer la función y cumplir con los requisitos especificados por el alumno.
- El conjunto debe ser definido para una única función principal y específica y entorno de uso.

### 1.3 Motivación e importancia del ahorro energético

La energía es un factor determinante para el desarrollo de la humanidad.

Sin energía no pueden desarrollarse ni crecer la industria y el comercio. Tampoco es posible el desarrollo social. La energía segura y económica de hoy nos permite acceder a una mejor calidad de vida.

Por otro lado, la producción y la forma en que se usa energía, generan un impacto ambiental en todas las escalas, amenazando el desarrollo en el futuro. La abundancia de energía, la falta de conciencia sobre el impacto de su uso en el ambiente, han facilitado por un lado, actividades humanas, comerciales e industriales de consumo intensivo e ineficiente de energía y por el otro, el crecimiento desordenado de las ciudades, que hoy en día son verdaderas máquinas de consumir energía, producir enormes cantidades de residuos y devoran el medio natural.



*Figura 1.3. Distintos tipos de contaminación y sus efectos en nuestro planeta.*

Existe durante los últimos años un aumento de la preocupación que todo lo anterior conlleva. Cada año aparecen nuevas campañas publicitarias de diversas índoles pretendiendo concienciar a la gente de hacer un uso responsable de la energía, mejora del ahorro, mejora de la eficiencia energética, en general, la óptima gestión de los recursos energéticos. También promoviendo la utilización e inversiones en las fuentes de energía renovables para que la sociedad pueda ir avanzando mediante un desarrollo sostenible.

Todos necesitamos un planeta sano donde podamos vivir por muchos años. Ahorrar energía es tarea de todos.



*Figura 1.4. Logotipo de la última campaña llevada a cabo por el gobierno*

#### 1.4 Herramientas utilizadas

- Arduino: Plataforma software para la programación basada en Lenguaje C.
- Protel DXP: Programa de diseño por ordenador de placas de circuito impreso. (PCB) a partir de la realización esquemáticos.
- Gimp 4.0: Programa de diseño y retoque de imágenes.
- Paquete Office: Conjunto de programas para realizar la documentación, maquetación, etc.
- Autodesk Maya 2014: Programa de diseño en 3D.
- Edraw Flowchart: Programa de diseño para la generación de diagramas de bloques.

## Capítulo 2. Descripción general

En este capítulo se describe la metodología y fases que se siguen para conseguir los objetivos marcados.

### 2.1 Ámbito del proyecto

Se busca reducir el uso de electricidad asociada a la climatización o equipamiento (electrodomésticos, iluminación, ocio, etc.) en domicilios particulares.

La idea que se persigue principalmente es la de concienciar al consumidor sobre el gasto innecesario de energía, en la que mediante datos e información se crea un conocimiento en las personas que provoca un entendimiento del efecto que la gestión energética tiene a diferentes niveles: económico, medio ambiental, etc. Este entendimiento es el que posibilita la generación de una sabiduría con un impacto hacia futuro.

Aunque también se podría elegir la estrategia de mejorar la eficiencia mediante avisos a los usuarios, usando algún sistema basado en la domótica, etc.

Hay que desarrollar varias ideas y luego transformarlas en conceptos, para lograr que todos o parte de los componentes de una familia u ocupantes de un domicilio tomen conciencia del uso que se le da a la energía en el hogar (en la mayoría de los casos es un mal uso), el gasto de ella y ayudarles a controlar ese gasto o realizar acciones para que ellos mismos controlen el uso de ésta.

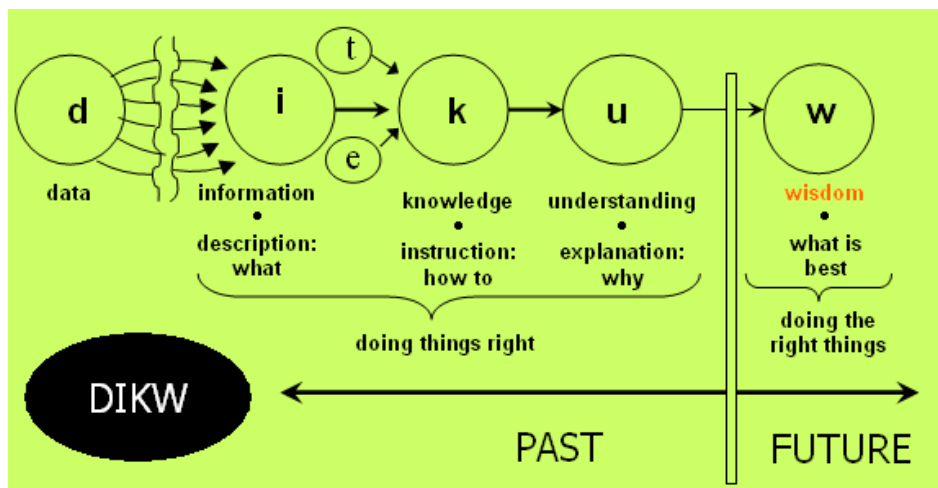


Figura 2.1. Estrategia a seguir para la creación de los conceptos.

## 2.2 Fases de desarrollo del proyecto

El proyecto se divide en 3 fases claramente identificadas, necesarias para el buen desempeño del trabajo en grupo.

### 2.2.1 Planificación del proceso, búsqueda de información y análisis

Todo el proyecto se realizará mediante el trabajo en equipo; haciendo puestas en común de toda la información en reuniones en las que se analice, critique y contraste la información para concluir en ideas básicas para su posterior desarrollo.

Al finalizar esta fase los equipos presentarán conjuntamente las conclusiones de su estudio.

La metodología que se siguió fue quedar un día a la semana para hacer una puesta en común de todos los datos encontrados hasta el momento, las ideas que iban surgiendo y designar las tareas a cada miembro del equipo.

#### *Tareas de los diseñadores*

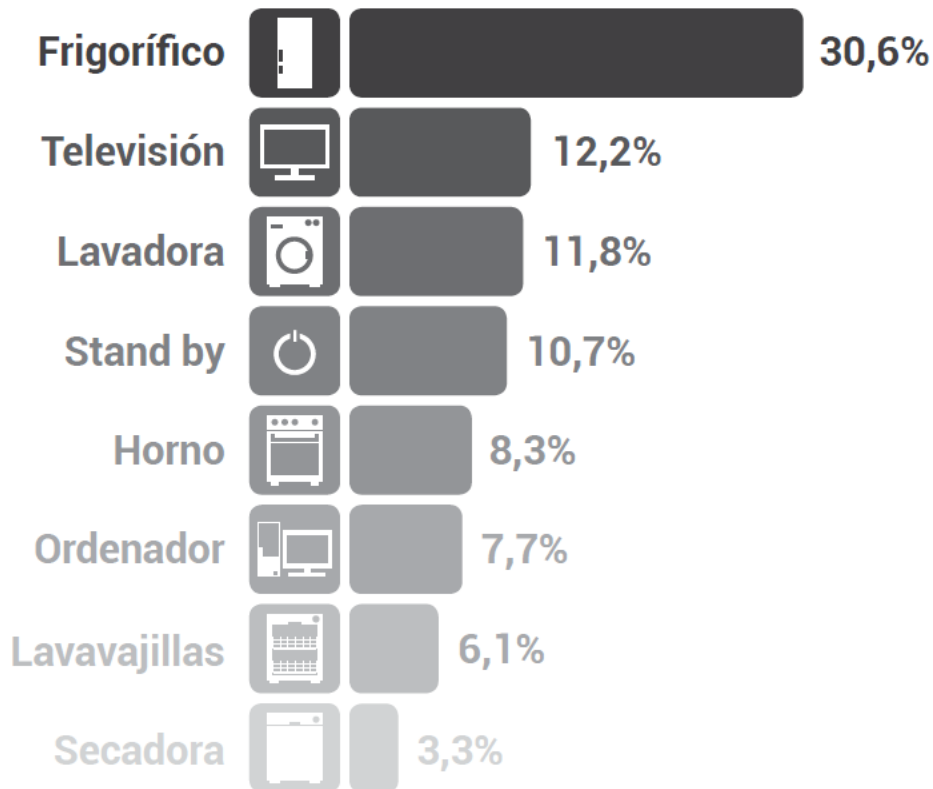
**Equipo de diseño:** Oficina técnica con un director de proyecto.

Los estudiantes de diseño se organizarán en equipos, cada uno de los cuales deberá ser capaz de proponer un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario.

En esta fase de análisis los diseñadores realizarán como mínimo una investigación de mercado y de segmentación. Se analizarán gamas y posibles líneas de producto.

Una vía de estudio de los diseñadores fue la comparativa del uso y gasto de los electrodomésticos en el hogar, para así tener una visión clara del uso de electricidad en los hogares.

Tabla 1: Comparativa sobre el consumo de los principales electrodomésticos.



La otra fue el modo STAND-BY del que disponen muchos aparatos electrónicos y obteniendo un resultado alarmante.

*"El modo stand-by supone el 12% de la factura eléctrica y el 1% de las emisiones de CO2 del planeta".*

#### Tareas del electrónico

**Equipo de electrónica:** Oficina Técnica con método Defensor de la idea.

Los estudiantes de electrónica se organizarán en equipos, pero cada uno de sus miembros colaborará con uno o dos equipos de diseño en la fase conceptual, y participará en la propuesta de un producto en el momento indicado, que competirá con el producto del otro equipo que se le asigne con el mismo escenario.

Los electrónicos realizarán una investigación sobre tecnologías electrónicas, tanto hardware como software. Esta investigación incluirá la búsqueda de componentes en el mercado, fundamentando criterios de selección en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, precio, etc. Toda esta información se irá poniendo en común con los



diseñadores, para que así se vayan concretando las posibles ideas de producto de manera que sean coherentes con las tecnologías electrónicas aplicables.

El estudio respecto a las tecnologías disponibles y viables abrió todo un abanico de posibilidades gracias a todos tipos de sensores que existen actualmente en el mercado, de temperatura, caudal, oscilaciones, luminosidad, etc, las posibilidades que éstos ofrecen y los dispositivos electrónicos que pueden adaptarse a productos ya existentes como pantallas LCD, teclados matriciales, motores, para poder generar nuevas funcionalidades en ellos.



Figura 2.2. Distintos tipos de sensores y dispositivos adaptables a microcontroladores.

### ¿Qué es un sensor?

Un sensor no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

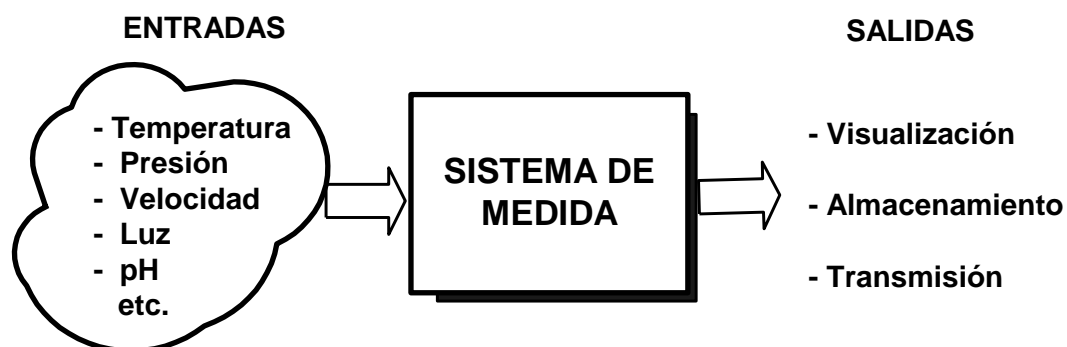


Figura 2.3. Esquema representativo del funcionamiento de los sensores.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc... todos aquellos

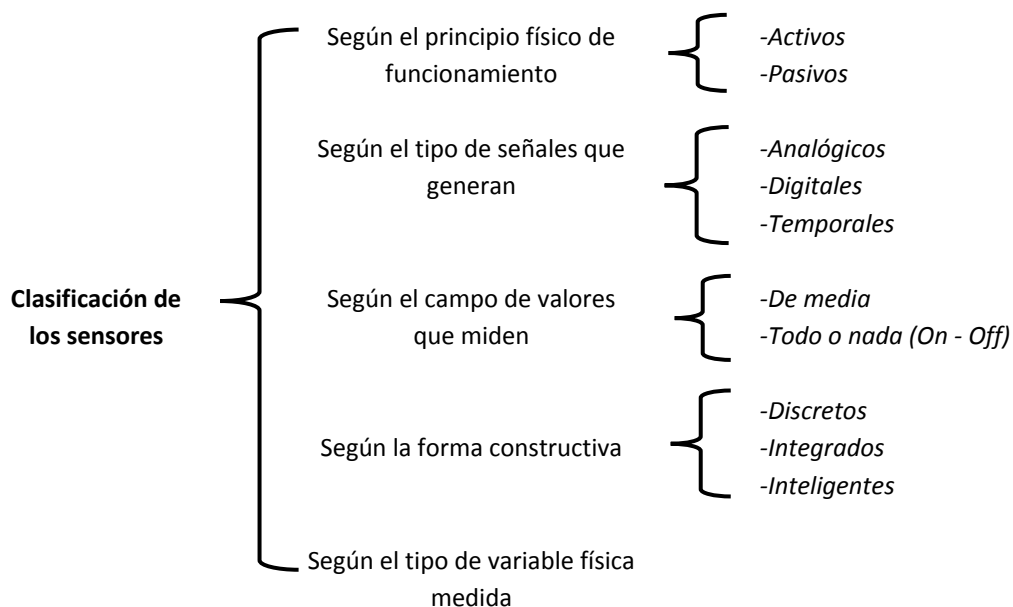
componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

Para valorar la calidad de un sensor hay que atender a sus características.

*Tabla 2: Principales características y parámetros que definen un sensor.*

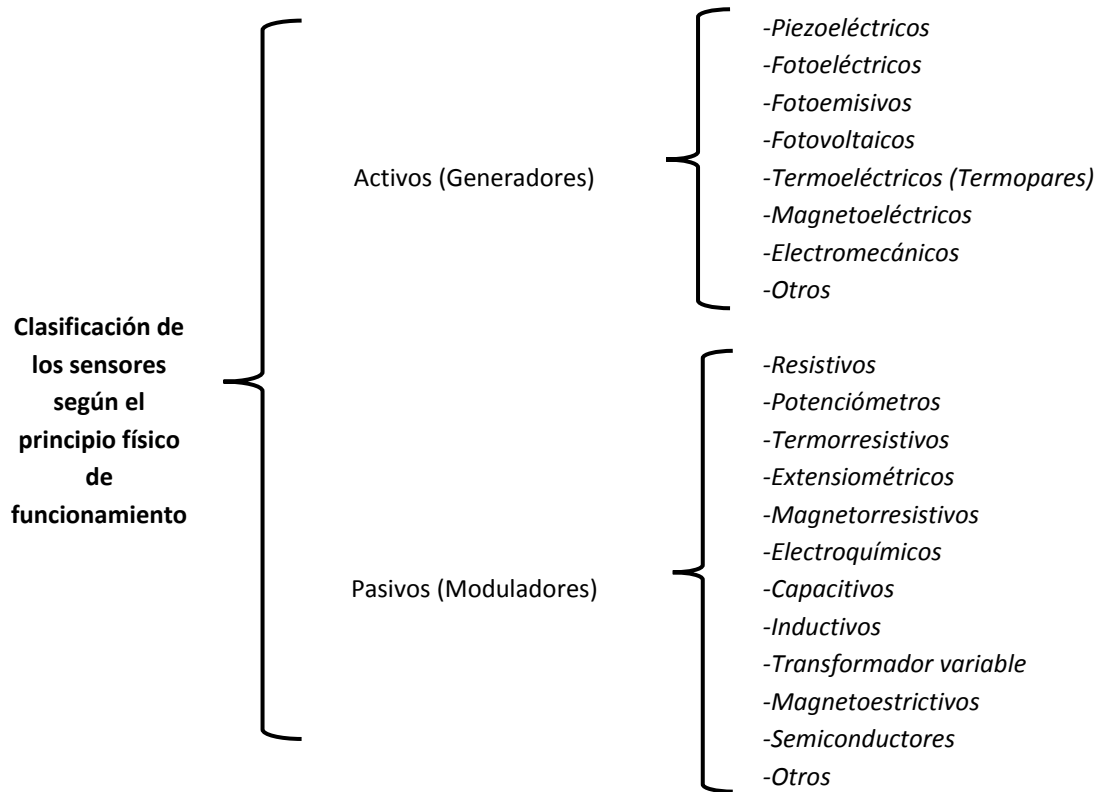
Característica	Definición
Amplitud	Diferencia entre los límites de medida
Calibración	Patrón conocido de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida
Error	Diferencia entre el valor medido y valor real
Exactitud	Concordancia entre el valor medido y el valor real
Factor de escala	Relación entre la salida y la variable medida
Fiabilidad	Probabilidad de no error
Histéresis	Diferente recorrido de la medida al aumentar o disminuir esta
Precisión	Dispersión de los valores de salida
Ruido	Perturbación no deseada que modifica el valor
Sensibilidad	Relación entre la salida y el cambio en la variable medida
Temperatura de servicio	Temperatura de trabajo del sensor
Zona de error	Banda de desviaciones permisibles en la salida

Aunque es un poco complicado realizar una clasificación única, debido a la gran cantidad de sensores que existen actualmente, una clasificación podría ser la siguiente:

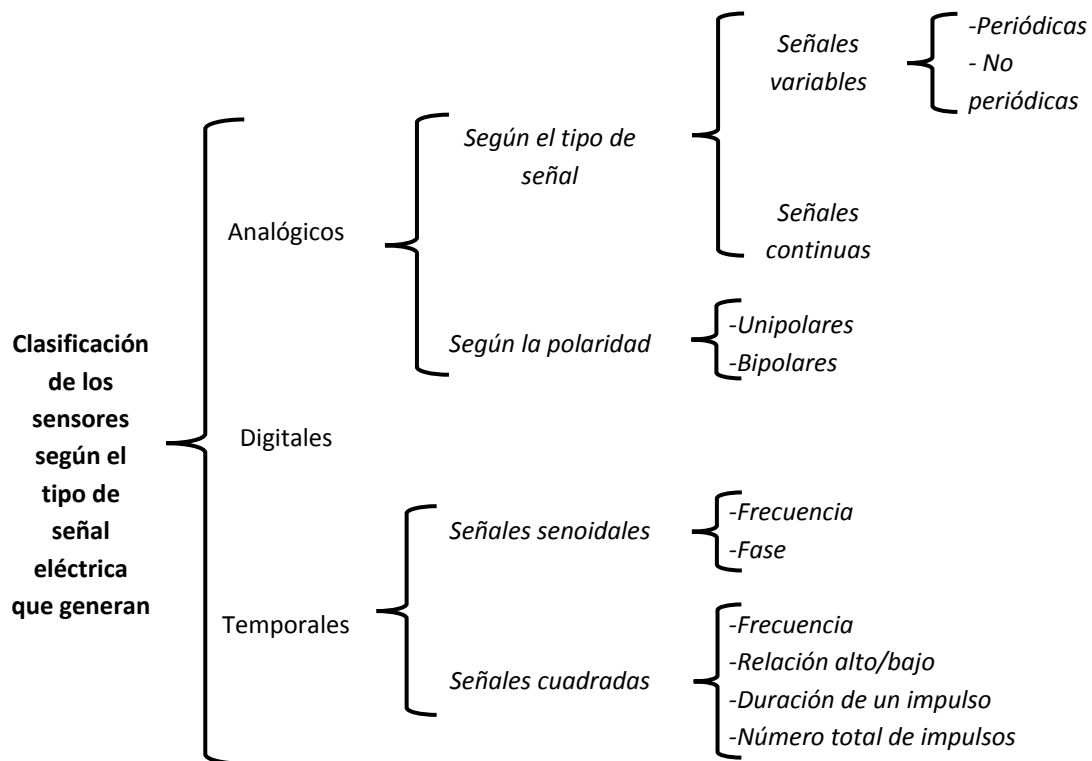


*Esquema 1: Principal clasificación de los sensores.*

Profundizando un poco más en esta clasificación



Esquema 2: Clasificación de los sensores según su principio físico de funcionamiento.



Esquema 3: Clasificación de los sensores según el tipo de señal eléctrica que generan.

**Clasificación de los sensores según el principio físico de funcionamiento**

- Presión
- Temperatura
- Humedad
- Fuerza
- Desplazamiento
- Velocidad
- Aceleración
- Caudal
- Presencia
- Nivel de líquidos
- Químicos
- Magnitudes eléctricas
- Magnitudes ópticas
- Otros

*Esquema 4: Clasificación de los sensores según la variable física que miden.*

En la siguiente tabla se nombra una gran mayoría de los sensores existentes en el mercado.

*Tabla 3: Tabla comparativa entre distintos tipos de sensores y las magnitudes que miden [3].*

SENSORES	MAGNITUD							
	Posición Distancia Desplazamiento	Velocidad	Aceleración Vibración	Tª	Presión	Nivel	Fuerza	Luminosidad
Resistivos	Potenciómetros Galgas Magnetorresistencias	-	Galgas + masa resorte	RTD Termistores	Potenciómetros + tubo de Bourdon	Potenciómetro + flotador Termistores LDR	Galgas capacitivas	LDR
Capacitivos	Condensador diferencial	-	-	-	Condensador variable + diafragma	Condensador variable	Galgas capacitivas	-
Inductivos y electromag.	LVDT Corrientes Foucault Efecto Hall	Ley Faraday LVDT Efecto Hall Corrientes Foucault	LVDT + masa resorte	-	LVDT + diafragma Reluctancia variable + diafragma	LVDT + flotador Corrientes Foucault	Magnetoestático LVDT + Célula de carga	-
Generadores	-	-	Piezoeléctricos + masa resorte	Termopares Piroeléctricos	Piezoeléctricos	-	Piezoeléctricos	-
Digitales	Codificadores incrementales y absolutos	Codificadores incrementales	-	Osciladores de cuarzo	Codificador + tubo de Bourdon	-	-	-
Uniones P-N	Fotoeléctricos	-	-	Diodo Transistor	-	Fotoeléctricos	-	Fotodiodo Fototransistor
Ultrasonidos	Reflexión	Efecto Doppler	-	-	-	Reflexión Absorción	-	-

Debido al ámbito de nuestro proyecto, inicialmente nos centramos en los posibles sensores que pudieran ser utilizados en él. Como se trata de consumo eléctrico por los que más nos decantamos fueron los sensores de luminosidad y de temperatura. Más información en [3].

- **Sensores de luminosidad**

Fotodiodo:

Un fotodiodo es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja.

El mecanismo básico de operación de estos dispositivos tiene su origen en la generación de pares electrón-hueco como consecuencia de la aplicación de una iluminación exterior.



*Figura 2.4. Fotodiodo convencional.*

Fototransistor:

Se llama fototransistor a un transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción. El fototransistor es más sensible que el fotodiodo por el efecto de la ganancia del transistor.



*Figura 2.5. Fototransistor.*

Fotorresistencias:

Es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. El valor de resistencia eléctrica de una LDR es bajo cuando hay luz incidiendo sobre ella (ohmios) y muy alto a oscuras (megohmios).



*Figura 2.6. Fotorresistencia.*

- **Sensores de temperatura**

Termopares:

Los termopares son los sensores de temperatura utilizados con mayor frecuencia porque son sensores precisos relativamente económicos que pueden operar en un amplio rango de temperaturas. Un termopar se crea cuando dos metales diferentes se juntan y el punto de contacto produce un pequeño voltaje de circuito abierto como una función de temperatura. Puede usar este voltaje termoeléctrico, conocido como voltaje Seebeck para calcular la temperatura. Para pequeños cambios en temperatura, el voltaje es aproximadamente lineal.



*Figura 2.7. Termopar.*

RTD:

Un RTD de platino es un dispositivo hecho de bobinas o películas de metal (platino generalmente). Al calentarse, la resistencia del metal aumenta; al enfriarse, la resistencia disminuye. Pasar corriente a través de un RTD genera un voltaje en el RTD, al medir este voltaje, se puede determinar su resistencia y por lo tanto, su temperatura. La relación entre la resistencia y la temperatura es relativamente lineal. Generalmente, los RTDs tienen una resistencia de  $100\ \Omega$  a  $0\ ^\circ\text{C}$  y pueden medir temperaturas hasta  $850\ ^\circ\text{C}$ .



*Figura 2.8. RTD.*

Termistor:

Un termistor es una pieza de semiconductor hecha de óxidos de metal que están comprimidos en una pieza, disco, oblea u otra forma y son sometidos a altas temperaturas. Por último son cubiertos con epoxi o vidrio. Al igual que con los RTDs, se puede pasar una corriente a través de un termistor para leer el voltaje en él y determinar su temperatura. Sin embargo, a diferencia de los RTDs, los termistores tienen más alta resistencia ( $2,000$  a  $10,000\ \Omega$ ) y una sensibilidad

mucho más alta ( $\sim 200 \Omega/^{\circ}\text{C}$ ), permitiéndoles alcanzar más alta sensibilidad en un rango de temperatura limitado (hasta  $300^{\circ}\text{C}$ ).



*Figura 2.9. Termistor.*

### 2.2.2 Generación de conceptos y selección de proyectos

En esta fase tras realizar los análisis necesarios los diseñadores proponen un mínimo de tres conceptos de producto, y los electrónicos expondrán los recursos electrónicos utilizables, así como los componentes concretos disponibles.

De cada escenario se seleccionará un único producto por parte de los profesores, valorando el grado de innovación y creatividad y su potencial de viabilidad y aplicación, pudiendo contar con la opinión y participación de otros expertos, que aportarán el punto de vista del cliente.

Los conceptos propuestos por cada grupo son los que describimos a continuación:

#### *Conceptos grupo de tardes*

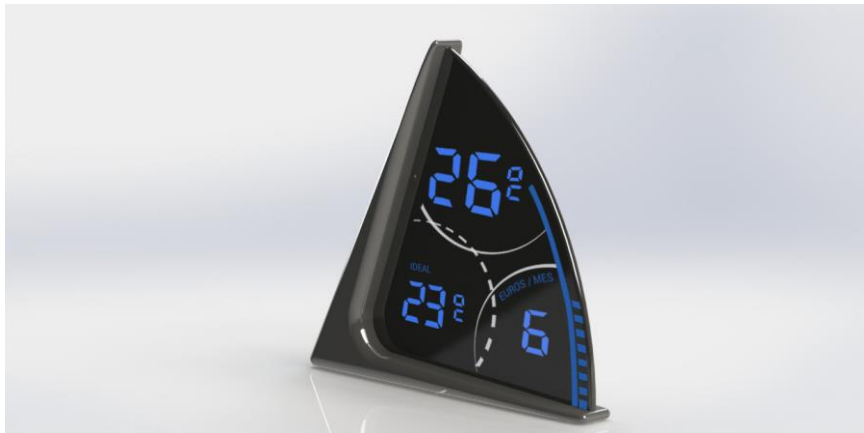
- **Concepto 1: Climatización**

Básicamente se trata de una pantalla que muestra la temperatura actual, la ideal (a la que deberías estar para tener un equilibrio de energía y confort), y la diferencia entre ambas traducida en €.

La característica de poner la diferencia en euros se debe a que a la gran mayoría de las personas les concienza o les impacta más ver el dinero derrochado que ver indicadores de consumo.

La composición de este dispositivo a grandes rasgos se compondría de una pantalla donde se muestre la información. Un termómetro, o cualquier tipo de sensor que mida temperatura, para calcular la temperatura ambiente. Un microprocesador para calcular el consumo actual de la calefacción, restarlo a la ideal, y pasar esa diferencia a euros

mediante un algoritmo. Y por último un sensor capaz de detectar si se enciende la calefacción o el aire acondicionado.



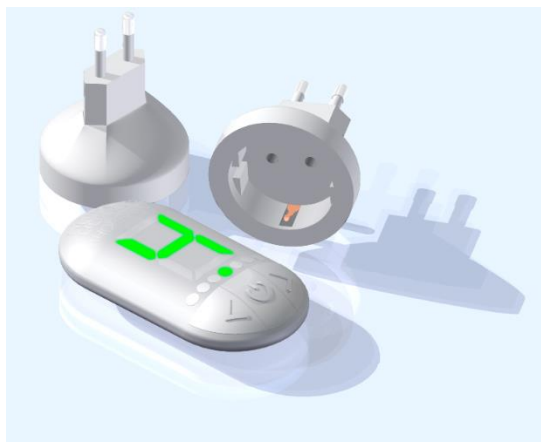
*Figura 2.10. Prototipo del concepto climatización correspondiente al grupo de tardes.*

- Concepto 2: **Standby**

Regleta o regletas a las que se conectan diversos dispositivos de la casa y que mediante comunicación inalámbrica podamos apagarlo cuando vayamos a salir de casa o a dormir.

La idea surge debido al gran consumo que realiza el sumatorio de los electrodomésticos en este estado.

Habría que utilizar unos módulos de comunicación inalámbrica en principio de RF o IR, un emisor y varios receptores y que éstos activaran un relé o algún mecanismo que hiciera apagar la regleta. También un visualizador que indicara el número de la regleta seleccionada, todo ello controlado por un microcontrolador.



*Figura 2.11. Prototipo del concepto Standby correspondiente al grupo de tardes.*



- Concepto 3: **Limbo**

Interruptor atractivo a los niños, que les enseña y les educa a que al salir de la habitación tengan que apagar la luz. Mediante un sensor de proximidad que detectase al niño cuando se acerca a la puerta el interruptor cambia su apariencia (luz, color, sonido, movimiento....) como método de aviso de que hay algún aparato encendido.

La idea proviene a partir de que los niños son a quienes es más fácil inculcarles unos hábitos y rutinas, ya que están en su etapa de desarrollo y no tienen sus costumbres tan definidas como las personas adultas, y adopten una postura de concienciación sobre el gasto de luz desde pequeños.

Los componentes de este aparato serían un detector de movimiento, y accesorios como leds, zumbadores piezoeléctricos o motores que realicen algún movimiento mecánico. El control también se lleva a cabo con un microcontrolador, la alimentación puede realizarse a través de la red.



*Figura 2.12. Prototipo del concepto Limbo correspondiente al grupo de tardes.*

#### *Conceptos grupo de mañanas*

- Concepto 1: **Flexo**

Lámpara o flexo que pueda regular la cantidad de luz generada en función de la tarea que se va a desempeñar. Se programaran una serie de tareas y para cada una se estudiará la iluminación más adecuada, se medirá la iluminación ambiente y la luz necesaria para alcanzar el valor mínimo programado la aportará nuestra lámpara.

La idea proviene de observar que muchas veces se está con más luz de la necesaria en casa.

Los componentes más característicos sería que la “bombilla” sería una matriz de leds ya que tienen suficiente potencia para iluminar y consumen menos, un micro para programar las tareas y el sensor que detecte la cantidad de luz. Para ésta última característica se pensó inicialmente en el fotodiodo ya que su respuesta es más rápida que la de una LDR.



*Figura 2.13. Prototipo del concepto Flexo correspondiente al grupo de mañanas.*

- Concepto 2: **Consumo individual**

Interfaz que controla el consumo individual en cada habitación y en las zonas comunes de una vivienda los usuarios se distinguirán mediante interruptores. Al final se conocerá cuanto consume cada individuo.

Este concepto se pensó inicialmente para pisos compartidos, ya que siempre suele haber alguno más derrochador que los demás, pero también puede utilizarse en el seno de una familia como modo de competición a ver quién gasta menos energía.

Hará falta un interfaz que lleve el registro del consumo y aparte pueda manejarse mediante códigos a través de un teclado matricial para saber que usuario es el que lo está utilizando.

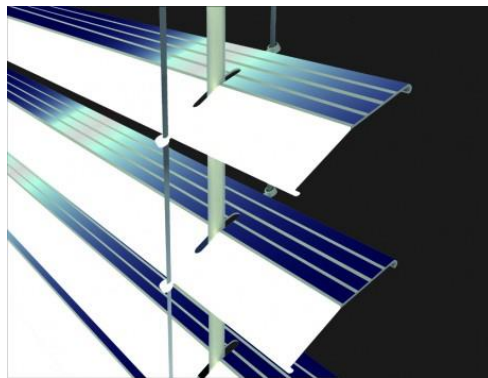


*Figura 2.14. Prototipo del concepto consumo individual correspondiente al grupo de mañanas.*

- Concepto 3: **Placa solar flexible**

Colocar placas solares en las persianas generando así electricidad. Almacenar dicha electricidad en baterías y gastar esa antes de la que nos proporciona la red.

Es necesario saber qué cantidad genera, la superficie necesaria y precios de las placas. Investigando obtuvimos los extremos, una placa de 100m<sup>2</sup> genera 1kW / m<sup>2</sup> a una temperatura de 25°, corriente entre 3 y 4 amperios, tensión 0.5 V y potencia de pico entre 1,5 y 2 W. Con miniplacas, por ejemplo las que llevan algunas lámparas de jardín solo podemos llegar a cargar pilas pequeñas de 1,5 V.



*Figura 2.15. Prototipo del concepto Placa solar flexible correspondiente al grupo de mañanas.*

- Concepto 4: **Termostato**

Un termostato que nos indique mediante avisos lumínicos si estamos, nos pasamos o no llegamos a la temperatura ideal de confort y nos manda mensajes de ejemplo sobre como que se podría haber producido si no hubiésemos ahorrado esa energía.

Tiene la misma base que el flexo solo que esta vez teniendo en cuenta la temperatura del hogar, ya que en invierno existe un uso excesivo de la calefacción y en verano del aire acondicionado.

Haría falta una interfaz, un sensor de temperatura y una pantalla para mostrarnos los datos.



*Figura 2.16. Prototipo del concepto termostato correspondiente al grupo de mañanas.*

### 2.2.3 Desarrollo de las alternativas seleccionadas y presentación.

El proyecto elegido será desarrollado en su totalidad, se mostrarán bocetos más elaborados y que muestren la evolución funcional y la exploración formal, los dibujos o ilustraciones de presentación, descripción de las secuencias de menús, planos acotados, modelos o maquetas de presentación, todo lo necesario para facilitar la total comprensión del diseño realizado; teniendo en cuenta el razonamiento que ha llevado a la consecución de las funciones y las alternativas planteadas para cumplirlas.

Se desarrollará el sistema electrónico mediante herramientas de simulación y con montajes reales, explorando a fondo sus funciones y restricciones. Será el momento de seleccionar los componentes concretos que mejor se ajusten a las necesidades. Estos desarrollos serán debidamente documentados con descripciones escritas, esquemas de circuito y simulaciones comentadas, y tendrán como resultado el montaje y puesta a punto de un prototipo en placa blanca, lo que posibilitará el diseño de la placa de circuito impreso (PCB). Las especificaciones del sistema electrónico serán acordadas entre los dos equipos.

Al finalizar esta fase tendrá lugar la presentación del prototipo creado.

## Capítulo 3. Elección y descripción del producto

Una vez finalizadas las anteriores fases, llegó la hora de elegir que concepto sería el que habría que desarrollar en su totalidad. En este capítulo se detallan los motivos que llevaron a su elección y el diseño del producto.

### 3.1 Desarrollo del concepto elegido

A la hora de tomar la decisión formaron parte activa tanto los componentes del grupo como los profesores de ambas disciplinas. Los profesores habían ido siguiendo el desarrollo de cada concepto en cada uno de los grupos, y la elección se produjo valorando el nivel de innovación, viabilidad y funcionalidad de los conceptos.

El producto elegido fue el interruptor para niños cuyo nombre en esos momentos era L-kid. Posteriormente cuando se siguió desarrollando decidió cambiarse el nombre a Bee Light, debido a la forma física que adoptó.

Algunos de los argumentos a la hora de tomar esta decisión fueron los siguientes:

- Se trata de un concepto innovador en cuanto a tipología de producto. No existe en el mercado ningún interruptor cuyo objetivo sea educar a los más pequeños en el ahorro de luz.
- Su fabricación es viable, tanto en un mercado real como en la colaboración que estamos haciendo los alumnos de diseño y electrónica.
- Es un concepto con proyección en el mercado actual, lo cual es complicado debido a la masificación de dispositivos tecnológicos.
- Es un producto que desprende buena imagen. Pretende inculcar una serie de valores muy positivos: respeto por el medio ambiente, responsabilidad, ahorro y buenas costumbres.
- Se está educando al futuro de la sociedad de una forma atractiva y sencilla.



*Figura 3.1. Imagen del producto elegido para su posterior desarrollo, L-Kid.*

### 3.2 Especificaciones del producto

- La función principal del producto será concienciar al usuario del consumo razonable de la energía.
- El usuario final es un niño de entre 4 y 7 años.
- Está destinado a un entorno doméstico.
- El usuario comprador es el padre o la madre. Hay que convencerles de que la compra del dispositivo supone un beneficio para su hijo y para ellos.
- Fomenta el comportamiento responsable del usuario con bienes de alcance inmediato, como la luz, que son fácilmente derrochables.
- No debe ser un producto excesivamente caro, pues su esencia es el ahorro.
- Las dimensiones del producto deberán ser óptimas para su perfecta manipulación con el usuario.
- Instalación sencilla.
- El producto será lo más respetuoso con el medio ambiente que sea posible, tanto por los materiales utilizados como por la facilidad de su reciclado.
- Los materiales aislarán perfectamente los componentes internos del dispositivo del exterior.
- Se deberá tener en cuenta los aspectos de la normativa que puedan afectar a nuestro producto.

- El desarrollo del producto estará muy influido por el cuidado de la seguridad del producto: ensamblajes que desprendan piezas no deseadas, materiales no tóxicos y seguros para los niños, conexiones bien aisladas, etc.

### 3.3 Evolución del producto

A continuación se mostrarán todos los cambios y evoluciones sufridos en el concepto que han mejorado el producto y lo han ajustado a las especificaciones de diseño. También, con las modificaciones realizadas se han conseguido solucionar algunos de los problemas que se detectaron en el desarrollo del concepto durante la fase anterior.

Se describirán los cambios sufridos en las dimensiones del dispositivo, en su forma, en sus funciones y prestaciones.

El concepto elegido se caracterizaba por su simplicidad funcional, lo cual no desmerecía su valor sino todo lo contrario, pero conforme avanzamos en el desarrollo fueron surgiendo nuevas funcionalidades que podíamos incorporar al producto.

Teniendo claras estas especificaciones, comenzamos a explorar todas las posibilidades funcionales que podían estar relacionadas con un interruptor, dejando de lado aquellas que no aportaban verdadero beneficio o carecían de sentido de buen diseño.

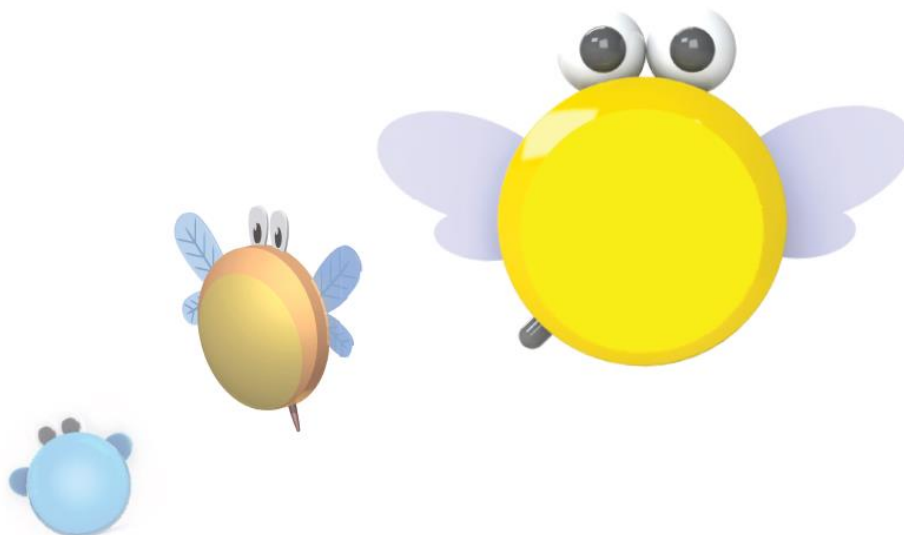
Siguiendo la secuencia de uso, la primera función electrónica que nos planteamos fue instalar un contador de personas.

- **Contador:** Pretende mejorar la eficacia del producto. Se trata de un dispositivo que lleva la cuenta del número de usuarios que hay dentro de la estancia donde está instalado el dispositivo. De esta manera, el interruptor sólo se encendería cuando fuera a salir la última persona que queda en la habitación. Sin embargo, esta idea se desechó porque daba demasiados problemas a la hora de instalar los componentes electrónicos en el producto.
- **Identificador de colores:** consiste en detectar qué dispositivo de la habitación está encendido e identificarlo por el color que nos indica el interruptor. En su construcción habría que utilizar plásticos de distintos colores en los emisores de información y a cada uno le correspondería un color y una tonalidad de aviso. Por ejemplo, al emisor que controla la luz de la mesita se le asigna el color verde, esto es, su encapsulado es de color verde y la luz que emitirá el interruptor será de una tonalidad verde. La idea se desechó debido a que no se llegó a un acuerdo de cuantos dispositivos emisores harían falta ya que sería los que habría programados en el producto y luego no se podría ampliar ese número si hiciese falta.

Las siguientes funciones quedan descritas en el siguiente apartado, pues son las que constituyen el producto.

Por su forma, se pensó en la posibilidad de crear un personaje, y que el interruptor propiamente dicho fuera la “barriga” del personaje. En un primer momento se creó un personaje abstracto, únicamente constituido por el círculo central, que sería el cuerpo, dos ojos saltones y dos manos; más tarde se pensó en buscar inspiración en el mundo animal, para que el niño le resultara más familiar y surgió la idea de que el interruptor fuera una abeja.

Por otro lado, el código de color utilizado incluye tonos vivos, cálidos, que se asemejan a los colores propios del animal que se intenta emular, y que transmitan al niño sensación de alegría y energía.



*Figura 3.2. Proceso evolutivo al que se ha visto sometido el producto desde su forma inicial a su forma final.*

### 3.4 Funciones del dispositivo

El dispositivo dispone de una serie de funciones que se explican a continuación. Se separan en dos partes, la función principal, que es la que cumple con los requisitos del proyecto, y las funciones secundarias que mejoran las usabilidad y funcionalidad del aparato.



### 3.4.1 Principal

El concepto inicial de producto era un dispositivo que inculcara al usuario la costumbre de apagar la luz al salir de su habitación.

Una vez seleccionado el concepto dimos paso a su desarrollo funcional, entrando en detalle a sus posibilidades de usabilidad, para hacer de él un producto útil, competitivo en el mercado y que realmente aporte un beneficio a su comprador.

Partiendo de la idea conceptual inicial, que se mantiene intacta, el dispositivo consta de las siguientes funciones:

### 3.4.2 Controlador de otros dispositivos luminosos.

Se pretende aumentar la mentalidad de concienciación y el ahorro energético en la habitación en la que el interruptor esté instalado.

Esto es, el dispositivo no sólo controla el funcionamiento de la luz general de la estancia, sino la de cualquier otro elemento que esté conectado en ese momento a la red (flexo, luz de la mesita de noche,...).

### 3.4.3 Modo Noche.

Es una opción que permite el uso de luces o música para acompañar al niño por la noche, desde que se acuesta hasta que se duerme. Es relajante e incluso le puede ayudar a superar ciertos miedos de la edad.

Se trata de un interruptor secundario que acciona un juego de luces de un color azul tenue, creando sensación de confort durante un periodo estipulado de 15 minutos. También existe la opción de que suene una melodía durante ese tiempo.

### 3.4.4 Registro y procesamiento de la hora de ir a dormir.

Se trata de un programa que ayuda al niño a tomar la costumbre de irse a la cama más o menos a la misma hora todos los días, a marcarle sutilmente un horario de descanso. El registro se realiza cuando el usuario acciona el modo noche, en ese instante se guarda la hora y se hace un cálculo para saber más o menos a qué hora se suele acostar.

## Capítulo 4. Instrucciones y Ergonomía

Capítulo dedicado a las instrucciones de uso y descripción física del producto [Anexo V]. Forma parte del dossier del proyecto de los diseñadores donde todo está explicado con más detalle.

### 4.1 Usuario y entorno

Este tipo de dispositivo está pensado para los niños que empiezan a tener un poco más de autonomía de sus padres, en torno a 4 años, pudiendo estar jugando en otra habitación sin la supervisión de éstos o recorriendo el hogar de manera independiente. Coincide con la edad en que el niño empieza a ser más consciente sobre sus actos y comienza a ser más responsable y a crear hábitos.

Debido a su temprana edad es demasiado pequeño para entender datos gráficos (tablas), mensajes de aviso, ya que por norma general es entonces cuando comienzan a aprender a leer. Por tanto, el producto ha de ser muy intuitivo, y se utilizan señales visuales (luces), acústicas o mecánicas, es decir, acciones que llamen la atención del niño y aprenda rápidamente su significado.

Este producto servirá para crearle un hábito de forma inconsciente y ayudar así al ahorro energético de la casa.

Los padres encontrarán que el producto es un dispositivo sencillo, útil y que además crea buenos valores sin esfuerzo por parte de éstos. Además de esto, tiene una instalación sencilla y cómoda.

La instalación del dispositivo será en la habitación del niño, donde él juega, duerme, es decir, el espacio que tiene dentro del hogar. Especificando un poco más, se debe instalar sustituyendo al interruptor, que por norma general, tienen las habitaciones al lado de la puerta.



Figura 4.1. Posible entorno de aplicación del producto.

## 4.2 Secuencia de uso

La secuencia de uso y método de funcionamiento se entiende de forma clara en las siguientes ilustraciones.



Figura 4.2. Secuencia de uso correspondiente a la función principal del dispositivo.

### Luz de noche



1 El niño apaga la luz para irse a dormir.



2 Presionando el agujón se activa el modo noche durante 15'. Registro de memoria activado.



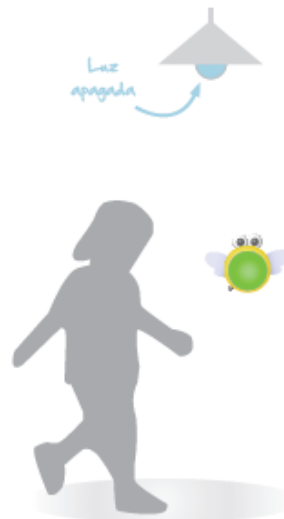
3 La noche siguiente: llega su hora de dormir y le avisa.

Figura 4.3. Secuencia de uso correspondiente a la función Modo noche del dispositivo.

### Hay más dispositivos encendidos



1 El niño sale de la habitación.



2 Apaga la luz, sin embargo sigue parpadeando: hay algo más encendido.



3 Se apagan el resto de las luces. El niño sale de la habitación.

Figura 4.4. Secuencia de uso correspondiente a la función secundaria del dispositivo.

### 4.3 Forma y estructura

La estructura del interruptor se puede dividir en:

- **Base:** sirve de unión del interruptor con la red. Dentro de esta parte iría la placa y el botón de la función de noche. Además sirve como soporte de otros elementos decorativos como pueden ser las alas y los ojos del producto.



*Figura 4.5. Imagen de la carcasa trasera del producto.*

- **Carcasa intermedia:** va integrada dentro de la carcasa, y no se ve a simple vista, pero sirve para fijar algunas partes, como pueden ser los ojos. También hace de soporte para el botón principal de encendido y apagado del dispositivo. Además, es opaca y solo tiene unos agujeros para poder dejar pasar los leds y que estos iluminen el botón.



*Figura 4.6. Imagen de la carcasa protectora de la PCB.*

- **Carcasa superior:** sirve para tapar todo el interior del dispositivo, además de terminar la parte superior de forma redondeada junto con el botón. Esta carcasa, iría atornillada a la base mediante tornillos traseros.



*Figura 4.7. Imagen del embellecedor del producto.*

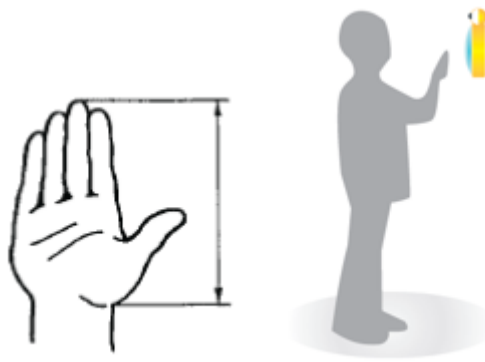
- **Elementos externos:** las alas son el único elemento que no tiene función alguna más que decorativa y de afirmar la idea del animal en cuestión. En los ojos irían alojados dos sensores, uno de movimiento y otro como receptor de otro dispositivo. El aguijón es un botón que activa el modo noche.



*Figura 4.8. Elementos externos que contribuyen al funcionamiento del dispositivo.*

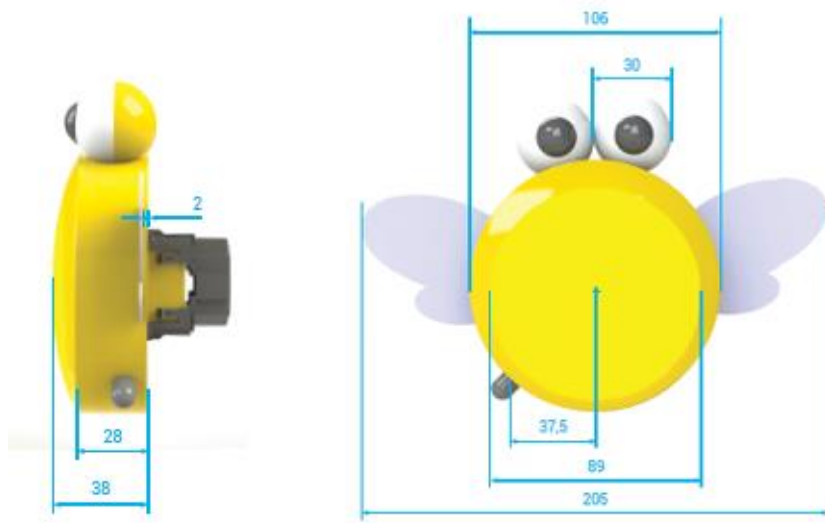
#### 4.3.1 Dimensiones

Atendiendo a la edad del usuario que usará el producto, se han estudiado sus medidas antropométricas, que han servido para establecer las dimensiones básicas del producto. En rasgos generales, se tomaron conciencia de dos magnitudes básicas:



*Figura 4.10. Colocación ideal del dispositivo.*

**Dimensiones generales:** A continuación se muestran las medidas más representativas del producto. Dimensiones que informan de una forma rápida al usuario comprador sobre el tamaño del producto.



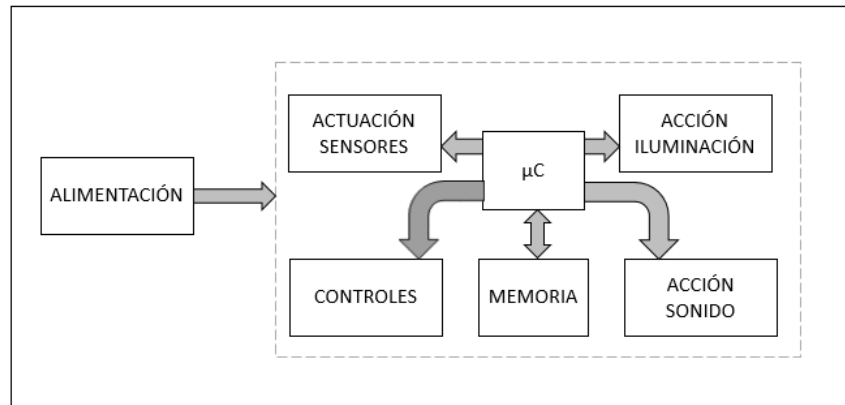
*Figura 4.11. Dimensiones externas del dispositivo.*

Por otro lado, una de las máximas del buen diseño que queremos respetar es que la forma del producto debe seguir a la función. Esto significa que el desarrollo formal no tiene que ver únicamente con que el producto final resulte estéticamente atractivo, sino que todos los componentes internos deben de estar alojados de manera óptima para que el dispositivo cumpla con su misión. Es decir hay que diseñar la forma del producto tanto por el exterior como por el interior.

Además hay que tener en cuenta que al ser un dispositivo electrónico tendrá que ir conectado a la red, lo cual repercute en el diseño de la carcasa.

## Capítulo 5. Implementación software y hardware

Una vez ya está detallado que funciones ha de cumplir el producto se procede al diseño electrónico completo. A nivel general, los bloques necesarios son los siguientes:



*Esquema 5: Diagrama de bloques general.*

### 5.1 Software y entorno elegido para la programación

El mundo de los microcontroladores es muy amplio y en su elección intervienen diversos factores.

#### 5.1.1 Antecedentes

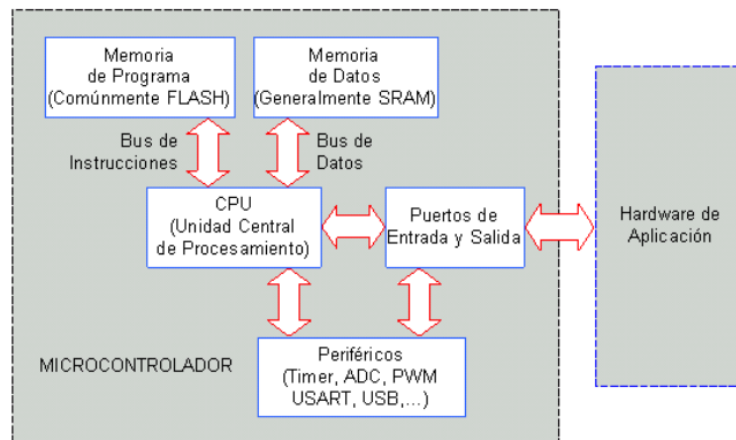
Hasta ahora productos similares estaban compuestos por complejos circuitos y con sensores de carácter invasivo, lo que dificulta en gran medida su instalación. Para simplificar nuestro dispositivo se utiliza un microcontrolador.

Actualmente cada vez más productos incorporan un microcontrolador con el propósito de aumentar sus prestaciones, reducir su tamaño, reducir su coste y disminuir el consumo.

Un microcontrolador es un integrado que contiene un microprocesador, memoria (de programa y de datos) y unidades de entrada/salida (puertos paralelo, serie, conversores A/D o D/A, temporizadores, etc). Se les han ido incorporando más capacidades que les permiten la interacción con el mundo físico en tiempo real.



Estructura general de un microcontrolador:



*Esquema 6: Representación de la composición de un microcontrolador.*

Actualmente los fabricantes más importantes de microcontroladores son los que se exponen en la siguiente tabla.

*Tabla 4: Tabla ilustrativa de los distintos fabricantes de microcontroladores y sus patentes.*

FABRICANTE	MODELOS
INTEL	8048, 8051, 80C196, 80386
MOTOROLA	6905, 68HC11, 68HC12
HITACHI	HD64180
SGS-THOMSON	ST62XX
NATIONAL Semiconductor	COP400, COP800
ZILOG	Z8-Z86XX
TEXAS INSTRUMENT	TTMS370
MICROCHIP	Serie PIC
ATMEL	8051, AT91SAM, AVR, AVR32

### 5.1.2 Características principales a la hora de elegir microcontrolador

Cuando queremos construir circuitos electrónicos con microcontroladores, nos encontramos con la duda de cuál será el mejor para nuestros propósitos, ante esta situación es bueno tener en cuenta varios aspectos antes de elegir el microcontrolador adecuado, ya que nos ahorraremos problemas cuando estemos concluyendo nuestros proyectos.

**La complejidad del proyecto electrónico:** Si nuestro proyecto va a ser complejo, es decir manejara muchos datos de entrada y salida, es bueno pensar en un microcontrolador que nos brinde los puertos necesarios para nuestro proyecto.

**La precisión:** Todos los microcontroladores poseen un circuito de reloj u oscilador para sincronizar los ciclos de operación interna, si el proyecto no requiere de tiempos muy precisos se podría utilizar uno con oscilador interno y así ahorrarse el costo del cristal de cuarzo y un par de condensadores cerámicos.

**El encapsulado:** Dependiendo del espacio del que se disponga para instalar el circuito, podrían ser SMD o THD.

**La capacidad:** Hay que elegir un micro con la suficiente capacidad para que no haya ningún problema al cargar el programa del proyecto, siempre se puede pensar en ampliar el código y si hemos elegido uno con la memoria de programa muy corta, entonces tendremos que migrar a un microcontrolador más "grande".

**El precio del microcontrolador:** Siempre hay que buscar los fabricantes que tengan micros que se adecuen a las características del proyecto y realizar una comparativa de precios.

### 5.1.3 Descripción del microcontrolador elegido

El microprocesador elegido es el ATMEGA 328. Para la implementación y compilación del código se ha optado por trabajar en el entorno de Arduino. La elección se produjo porque en esos momentos estaban disponibles en el departamento, se caracteriza por su simplicidad y por el histórico de trabajo que se lleva con él.

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo integrado (IDE), diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, que pueden abarcar desde sencillas aplicaciones electrónicas domésticas hasta proyectos más elaborados para la industria. Su principal ventaja es su facilidad de programación.



Figura 5.1. Placa de pruebas Arduino UNO.

La placa de pruebas Arduino UNO está compuesta por los siguientes componentes:

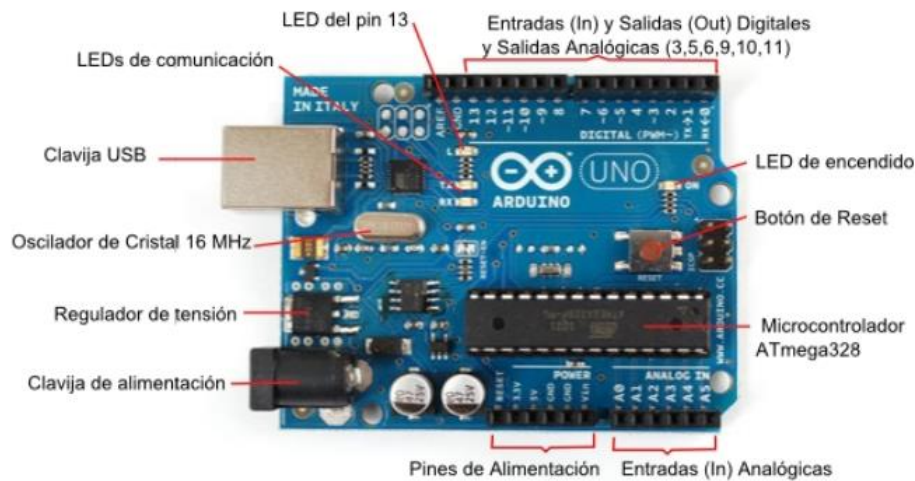


Figura 5.2. Descripción de las distintas partes que componen la placa de pruebas Arduino UNO.

Contiene 14 entradas/salidas digitales y 6 analógicas. Cada uno de los 14 pines digitales (de 0 a 13) pueden utilizarse como entradas o como salidas usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()` y `digitalRead()`. Las E/S operan a 5 V. Cada pin puede proporcionar o recibir una intensidad máxima de 40 mA.

Los pines 3, 5, 6, 9, 10, y 11 proporcionan una salida PWM (modulación por anchura de pulsos) de 8 bits de resolución (valores de 0 a 255) mediante la función `analogWrite()`.

El pin digital 13 lleva conectado un LED integrado en la propia placa. Se encenderá cuando dicho pin se configura como salida y adopte un valor HIGH; con valor LOW se apaga. La placa tiene 6 entradas analógicas, y cada una de ellas proporciona una resolución de 10 bits (1024 valores).

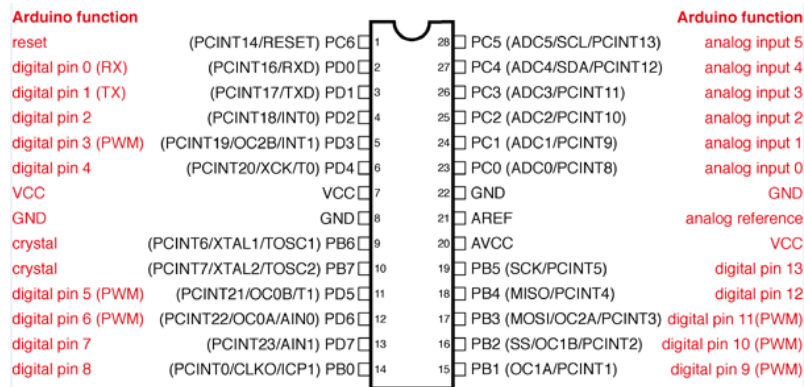


Figura 5.3. Descripción de los pines correspondientes al microprocesador ATMEGA328.

La placa Arduino proporciona comunicación vía serie a través de los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Un chip integrado en la placa canaliza esta comunicación serie a través del puerto USB. El software de Arduino incluye un monitor de puerto serie que permite enviar y recibir información textual hacia y desde la placa.

Otro pin especial es el 21 (AREF) que se explica en el punto [5.2.1].

El lenguaje de programación que utiliza este entorno es Lenguaje C y la estructura que tienen los programas básicamente es la siguiente:

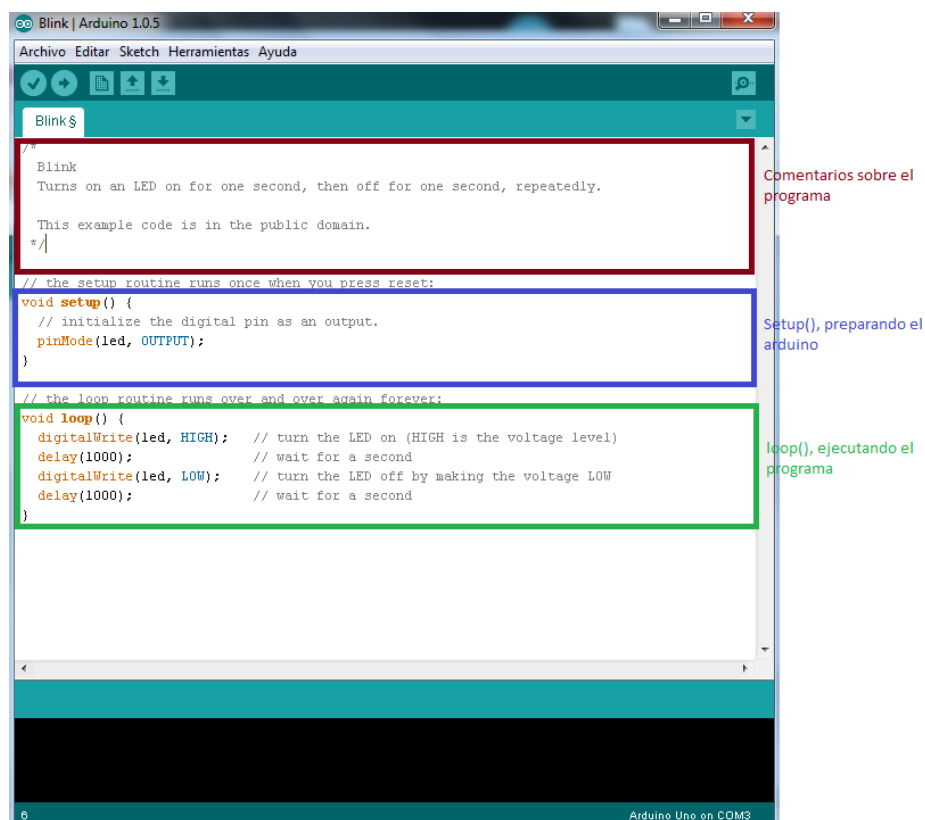


Figura 5.4. Estructura general en el entorno de Arduino.

Las siglas PWM que hemos nombrado en varias ocasiones significan (Pulse Width Modulation). Permiten emular una salida analógica a partir de una señal digital, esto se consigue modulando el ancho de pulso. Es decir, en vez de emitir una señal continua de 0V o 5V, tenemos una señal pulsante que alterna entre 0V y 5V. El tiempo que está a 5V se le llama ancho de pulso.

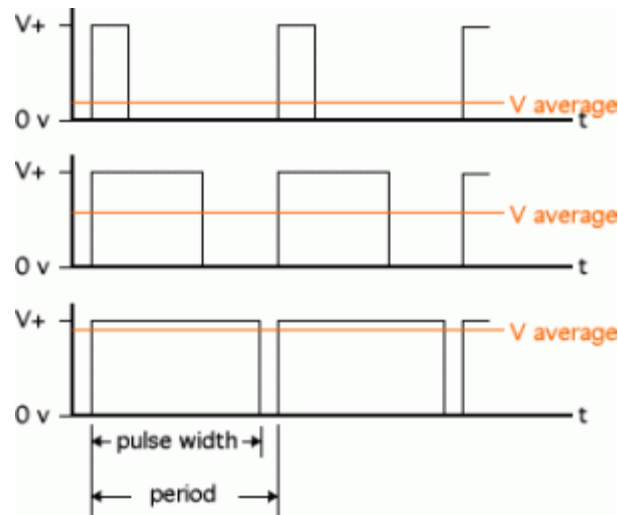


Figura 5.5. Ejemplos de distintos tipos de ancho de pulso y la tensión media que producen.

La frecuencia de Arduino es aproximadamente 500Hz, por lo tanto su periodo es  $1/500 \approx 2\text{ms}$  y corresponde con las rayas verdes de la figura [5.6]. Nosotros podemos variar la duración del pulso dentro de nuestro periodo y esto es lo que nos permite variar la tensión, ya que, la tensión promedio es proporcional al ancho del pulso. Es decir, cuanto más juntos estén los pulsos de +5V, mayor será la tensión promedio de salida, y cuanto más separados estén, menor será dicha tensión.

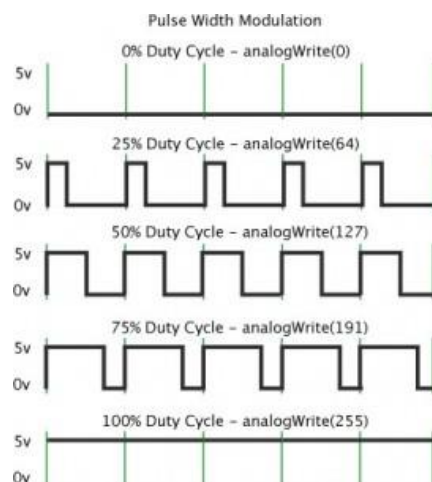
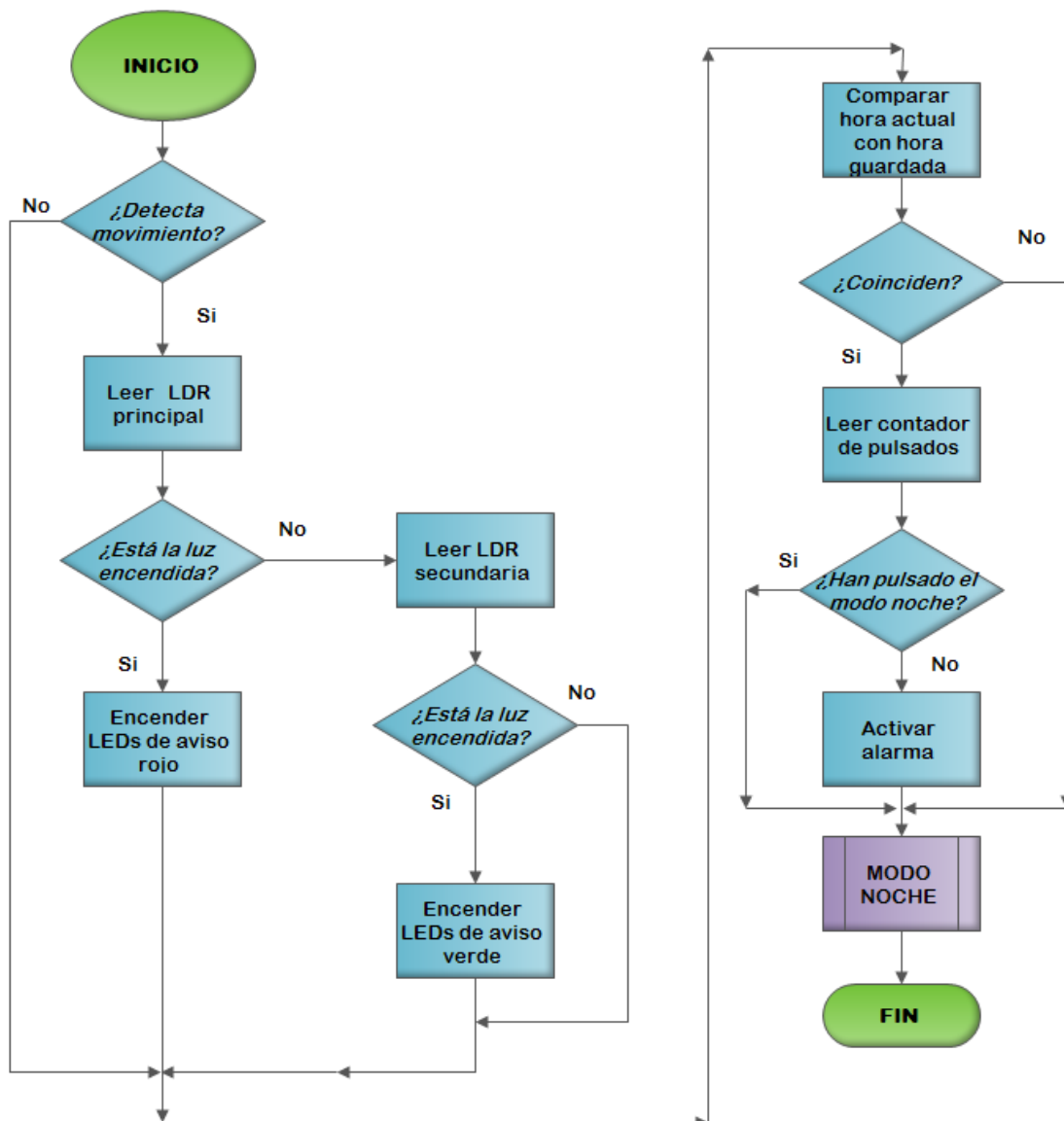


Figura 5.6. Distintos anchos de pulso en sincronismo con el reloj interno del ATMEGA328.

Gracias a nuestro tutor los miembros electrónicos de los grupos recibimos un curso rápido sobre programación en Arduino. Esto a parte de aportar unos conocimientos básicos sobre esta plataforma ayudó a conocer las posibilidades de las que se dispone con este software de carácter libre. A parte, está muy desarrollado su uso con todo tipo de sensores lo que nos es de gran interés.

## 5.2 Funcionalidad principal

El funcionamiento de nuestro dispositivo se entiende claramente con el siguiente diagrama de bloques:



Esquema 7: Diagrama principal de funcionamiento.

Como se ha explicado antes la principal función de nuestro producto radica en conseguir que el niño apague las luces de la habitación siempre que salga de ella. Para conseguir esto hace falta detectar cuando las luces están encendidas y cuando el niño se dispone a salir de su habitación.

Cuando se cumplan esas dos condiciones, el interruptor le avisará mediante un código de luces de colores durante 5 segundos.

### 5.2.1 Detección de la luminosidad

La detección de luminosidad en el entorno se realiza mediante un sensor de luz, los hay de varios tipos, fotodiodos, fototransistores, ldr, etc.

En todos ellos el parámetro que varía es la intensidad, y depende de la luminosidad que les incide. La principal diferencia es la velocidad de respuesta, mientras que en los fotodiodos y fototransistores la velocidad es muy rápida en las ldr ésta es algo más lenta.

El sensor que se utiliza en el producto es la ldr VT900.



*Figura 5.7. LDR convencional.*

Al no tener una alta velocidad de respuesta consigue hacer de filtro ante variaciones rápidas de iluminación que podrían hacer inestable un sensor.

#### **Descripción:**

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Sus siglas LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor. Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas. En la siguiente imagen se muestra su símbolo eléctrico.



*Figura 5.8. Símbolo representativo de una LDR.*

El valor de resistencia eléctrica de un LDR es bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede descender hasta 50 ohms) y muy alto cuando está a oscuras (varios megaohmios).

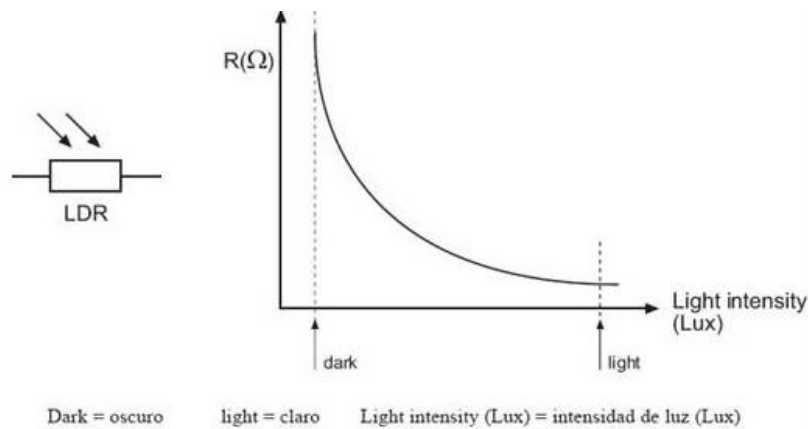


Figura 5.9. Curva característica Resistencia-Luminosidad de las LDR.

En el montaje que veremos en la página siguiente se observa que la hemos utilizado como resistencia superior del divisor de tensión, de manera que cuanto más luz haya, más tensión tendremos a la entrada de nuestra entrada analógica pudiendo ajustar así la tensión de referencia explicada más adelante.

Como tercera parte del circuito, hemos colocado un potenciómetro configurado como divisor de tensión para hacer las funciones de regulación del rango de iluminación a partir del cual se activará nuestro circuito de iluminación.

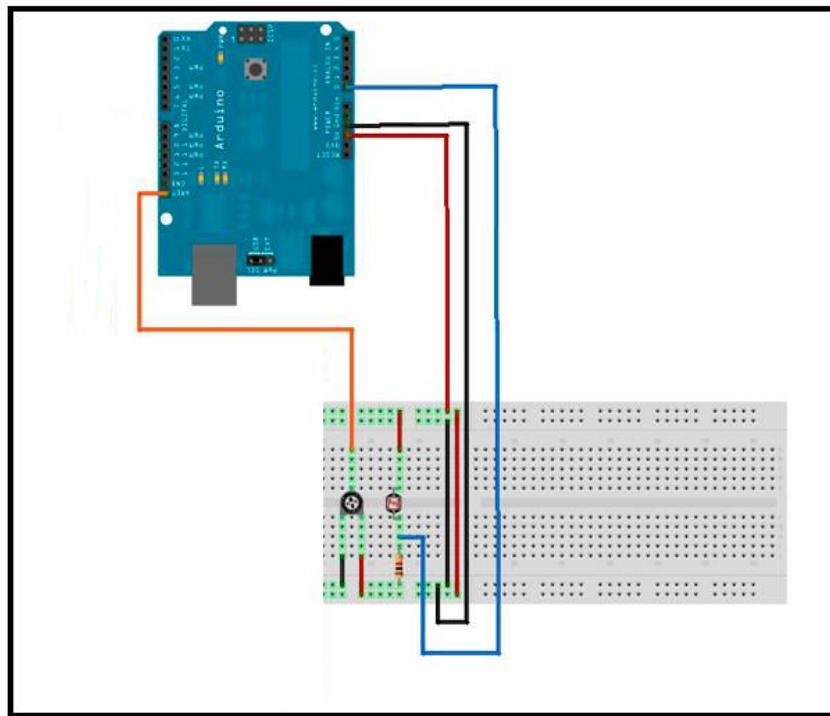
Para trabajar con la tensión de referencia deseada, se usa una función que nos proporciona Arduino muy interesante, el pin "Aref".

Cuando Arduino toma una señal analógica y la convierte a digital en 1024 trozos, lo hace por defecto pensando que la señal que va a recibir puede variar entre 0v y 5v lo que nos da aproximadamente un valor por cada 4,88 mV, pero nosotros podemos decirle que realmente va a trabajar entre 0v y 3v, obteniendo así 1024 valores distribuidos entre 0v y 3v, lo que nos da un valor por cada 2,9 mV, es decir una resolución mucho mayor.

Hay que tener en cuenta que este pin lleva internamente una resistencia de 32KΩ para evitar dañar el chip, de manera que si vamos a conectar el pin mediante una resistencia fija, se va a producir un nuevo divisor de tensión, con lo que habrá que calcular la resistencia adecuada para la tensión exacta que queremos introducir mediante una sencilla fórmula:

$$V_{\text{referencia}} = \frac{R_{\text{interna}}}{R_{\text{interna}} + R_{\text{externa}}} \times V_{\text{in}}$$





*Figura 5.10. Conexión entre los componentes utilizados en la principal funcionalidad y la placa Arduino.*

### Detalles del código [Anexo III]

En este caso el pin AREF va a ser el valor que nos proporcione la LDR.

```
int pinLDR = 15;
```

El valor de la LDR sólo lo leeremos si anteriormente se ha detectado movimiento próximo a la puerta.

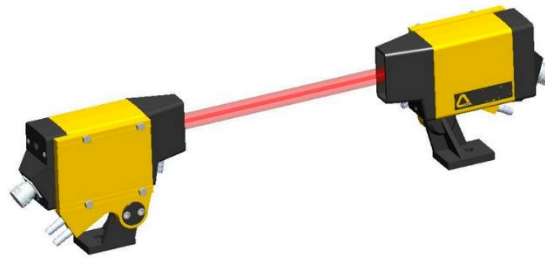
En la comparación que se realiza en el código cuanto menor es el valor con el que se compara, detecta con menor luminosidad, pero la configuramos con el potenciómetro.

#### 5.2.2 Detector de movimiento

Para detectar cuando va a salir de la habitación el niño, se utiliza un sensor de movimiento. De esta manera, cuando se detecte movimiento cercano a la puerta y tenga algún dispositivo encendido, el interruptor general le avisa. A partir de este momento será elección del usuario el apagarlo o no.

El modo de funcionamiento de algunos tipos de sensores es:

**Barrera Emisor-Receptor:** El sensor viene en 2 piezas, el emisor y el receptor, cuando el objeto atraviesa el haz de luz es cuando se activa el sensor.



*Figura 5.11. Ejemplo de sensor infrarrojo emisor-receptor.*

**Barrera Reflectiva:** En el cuerpo del sensor se encuentra el emisor y el receptor, en el otro extremo va un elemento reflectante para devolver el haz de luz. Existen reflectantes con filtro, es decir que solo reflejan la luz que emite el sensor y discriminan cualquier otra señal luminosa.



*Figura 5.12. Ejemplo de sensor infrarrojo con barrera reflectiva.*

Debido a que una especificación del producto indicaba que debe de tener una instalación sencilla se desecharon estos tipos de sensores y se eligió un sensor de movimiento PIR (Passive InfraRed sensor) que al componerse sólo de un sensor sin necesidad de que ningún elemento le devuelva la señal su instalación es más sencilla.

### **Descripción:**

El sensor PIR HC-SR501 es un dispositivo piroeléctrico (detector de calor). Lo que mide es el cambio de energía infrarroja, no la intensidad de ésta. Detecta movimiento mediante un promedio del calor irradiado en el tiempo, como respuesta a este cambio el sensor cambia su nivel lógico de salida.



Figura 5.13. Sensor PIR HC-SR501.

Está fabricado de un material cristalino que genera carga eléctrica cuando se expone a la radiación infrarroja. Los cambios en la cantidad de radiación producen cambios de voltaje que son medidos por un amplificador. Este sensor contiene unos filtros especiales llamados LENTES FRESNEL que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor. Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde está el sensor cambian, el amplificador activa las salidas, para indicar movimiento esta salida permanece activa durante unos segundos y es lo que le comunica al microcontrolador.

El espectro electromagnético de la radiación infrarroja tiene una longitud de onda más larga que la luz visible, no puede ser vista pero si detectada.

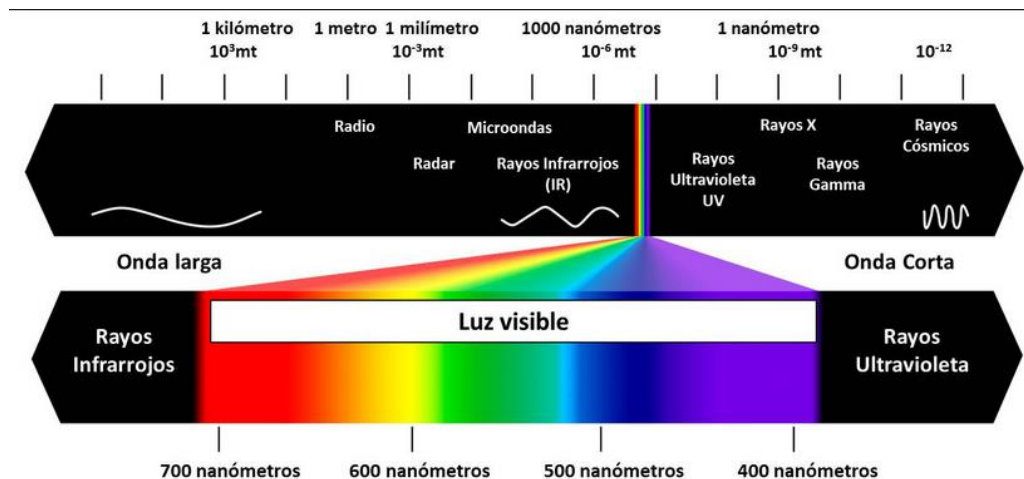


Figura 5.14. Espectro electromagnético.

El sensor tiene un amplio rango de trabajo que se puede calibrar y ajustar mediante dos potenciómetros traseros. Para utilizarlo irá dirigido hacia la puerta y estará limitado por el campo de visión que pueda detectar desde dentro del ojo de la maqueta.

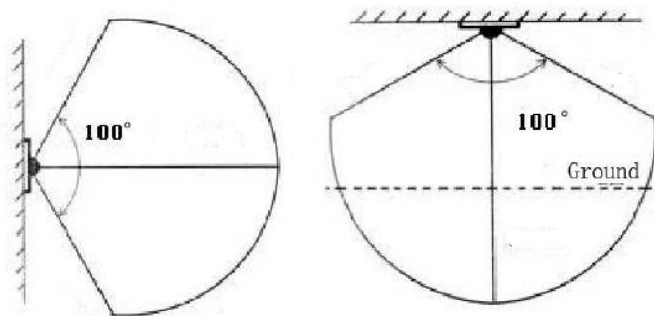


Figura 5.15. Ángulos de acción del PIR.

El sensor cuenta con 3 terminales, 2 para alimentación y uno de salida.

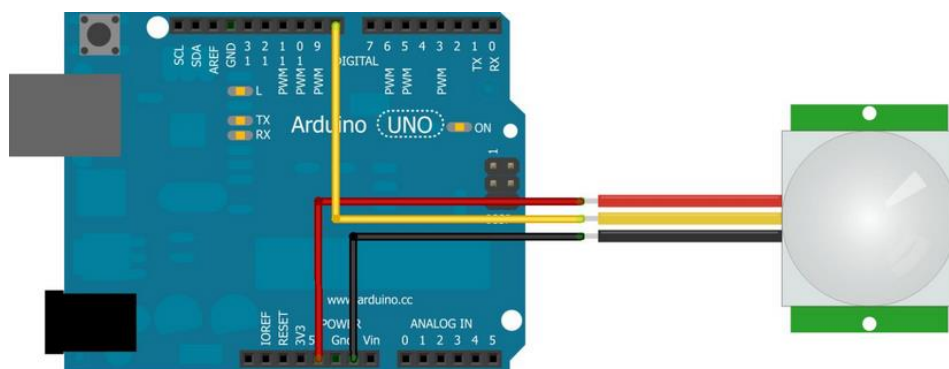


Figura 5.16. Conexión entre el sensor PIR y la placa Arduino.

### 5.2.3 Aviso lumínico

Durante la creación del concepto se consideraron diversos métodos de aviso al usuario, movimiento, sonido, luces.

El aviso mediante algún tipo de movimiento enseguida se desechó debido a que quizás podría pasar desapercibido y no cumpliría con su cometido. El aviso mediante melodía o alarmas es muy interesante, pero pensándolo concienzudamente un niño puede salir y entrar muchas veces de su habitación en un día lo que podría resultar un poco molesto que cada poco rato sonara una alarma, con lo que al final se optó por el aviso de tipo luminoso.

Se decidió que el aviso se indicará de modo visual porque es una manera rápida de interpretar la situación y comúnmente los niños están atentos a todo lo que les rodea y el cambio de luces es algo que les llama la atención.

Desde el principio se consideró el uso de diodos LED básicos debido a su bajo consumo.



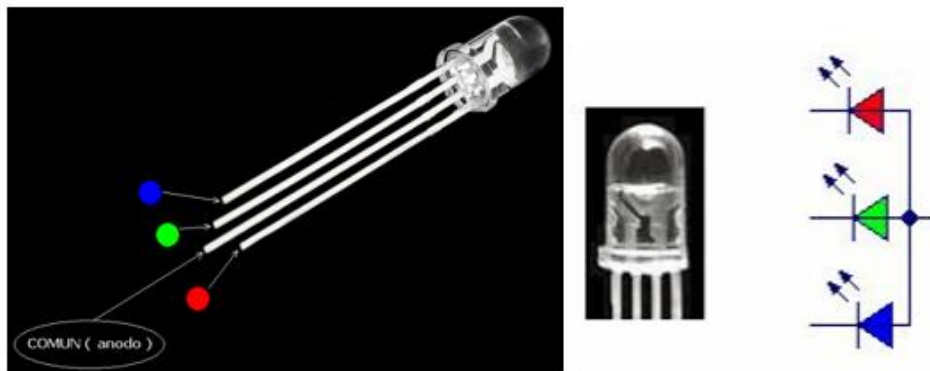
*Figura 5.17. Conjunto de diodos leds de distintos colores*

Pero como va a ser uno de nuestros métodos de aviso para las distintas funciones del producto, al tener que utilizar distintas gamas de colores, para hacerlo más dinámico y se sepa que es lo que indica en cada ocasión, se eligieron diodos LED RGB.

#### **Descripción:**

Existen dos tipos de led RGB, los de dos patas que llevan integrado un circuito de control y los de cuatro patas. Nosotros trabajaremos con los últimos.

Estos led RGB son el equivalente a tres leds en una misma cápsula, uno rojo, otro verde y otro azul. Poseen 4 patillas, pudiendo tener 3 ánodos para los tres colores (rojo, azul y verde) y un cátodo común, o bien, 3 cátodos para cada color y un ánodo común, usaremos los segundos. Combinando los tres colores (adicción), en sus diferentes luminosidades, podemos obtener una gran gama de colores.



*Figura 5.18. Led RGB y esquema equivalente.*

Para variar la luminosidad hay que jugar con la intensidad. Si las resistencias que se utilizan para limitar la corriente son fijas, los colores serán fijos. Pero si utilizamos resistencias variables o un sistema modulador de ancho de pulsos (PWM) como en nuestro caso, podremos atenuar o intensificar los colores combinando infinitud de tonalidades del rojo, verde y azul, barriendo prácticamente con toda la gama de colores.



Figura 5.19. Gama de colores primarios.

Las tensiones de alimentación y el consumo correspondiente son:

LED Rojo: 2,1V / 20mA.

LED Verde: 3,3V / 20mA.

LED Azul: 3,3V / 20mA.

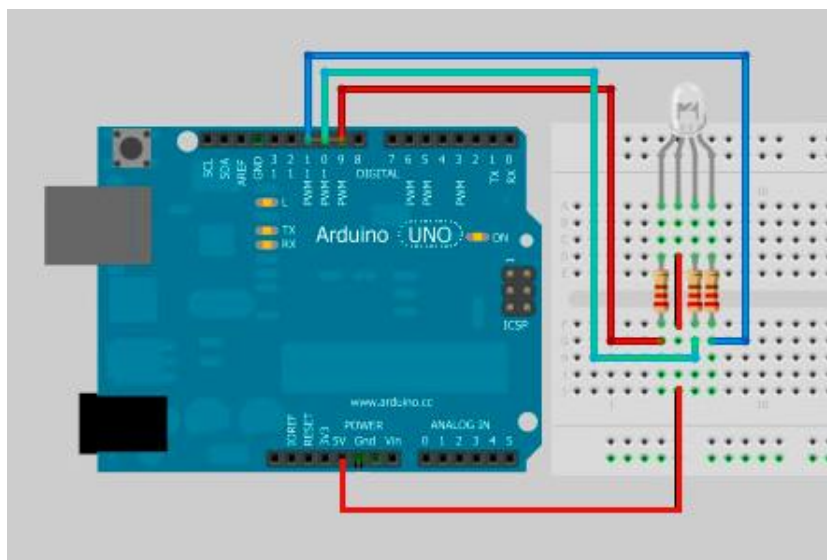


Figura 5.20. Conexión entre la placa y un diodo led RGB.

El diseño final está compuesto por dos Leds en paralelo.

### Detalles del código [Anexo III]

Al ser RGBs de ánodo común, en la programación el valor analógico 255 equivaldrá a apagado y el 0 a encendido, variando este valor en cada una de los pines de salida que van a los leds podemos obtener una amplia gama de colores. Como los colores que se utilizan son primarios, sólo se encenderá el color correspondiente.

```
//Encendido de luces tono azul  
void LucesAzulOn()  
{  
  analogWrite(redPin,255);  
  analogWrite(greenPin,255);  
  analogWrite(bluePin,0);  
  delay(1000);  
  segundos--;  
}
```

## 5.3 Funcionalidades secundarias

Estas funcionalidades se han implementado para conseguir que el producto sea más completo, aquí se incluye la detección de otros sistemas luminosos y las funciones correspondientes al modo noche.

### 5.3.1 Detección de otros dispositivos luminosos

Como bien se ha explicado anteriormente, se quiere conseguir que el aparato detecte otros dispositivos que producen alguna energía luminosa. Producirá un aviso luminoso pero de distinta tonalidad simplemente para diferenciarlo. El método para detectar esa energía es similar a la que utilizamos para detectar si la luz de la habitación está encendida, es decir, con una LDR. El problema que aparece ahora es el de comunicar cualquier flexo, lámpara de mesita u otras luces con nuestro producto. Debido a que suelen estar alejados de la puerta, la comunicación mediante cableado tendría una instalación compleja por lo que se introduce el concepto de comunicación inalámbrica.

### Comunicación inalámbrica

Cuando los electrones se mueven crean ondas electromagnéticas que se pueden propagar en el espacio libre, incluso en el vacío. La cantidad de oscilaciones por segundo de una onda electromagnética es su **frecuencia,  $f$** , y se mide en Hz (en honor a Heinrich Hertz). La distancia entre dos máximos o mínimos consecutivos se llama **longitud de onda** y se designa con la letra griega  $\lambda$ .

Al conectarse una antena apropiada a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas se pueden difundir de manera eficiente y captarse por un receptor a cierta distancia. Toda la comunicación inalámbrica se basa en este principio.

En el vacío todas las ondas electromagnéticas viajan a la misma velocidad, sin importar su frecuencia. Esta velocidad, usualmente llamada velocidad de la luz,  $c$ , es aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/seg.

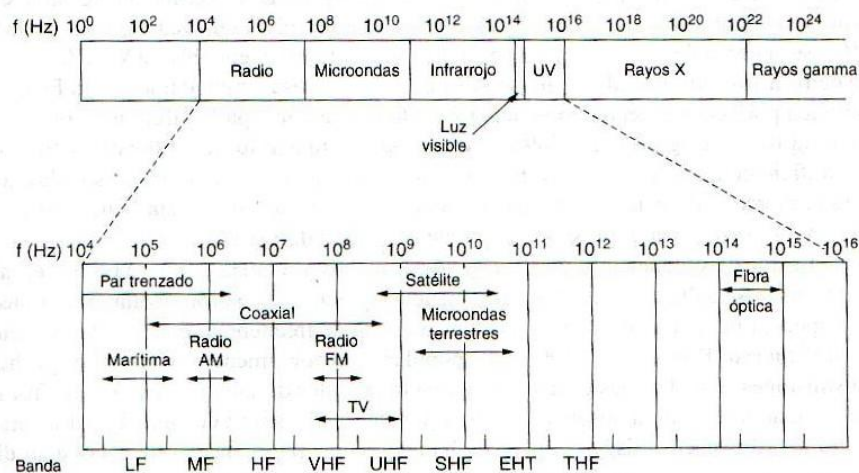


Figura 5.21. Espectro electromagnético y sus usos para comunicación.

En la figura 5.21 se muestra el espectro electromagnético. Las porciones de radio, microondas, infrarrojo y luz visible del espectro pueden servir para transmitir información modulando la amplitud, la frecuencia o la fase de las ondas.

Existen varias tecnologías que nos van a permitir el establecimiento de comunicaciones inalámbricas. Pero debido a las especificaciones de nuestro producto muchas de ellas se descartaron debido al alto precio de sus módulos, Wi-Fi, Bluetooth, etc; ya que un requisito del proyecto era que tuviera el menor coste posible.



Por ello nos centramos en las dos tecnologías más baratas y asequibles: los infrarrojos y la radio frecuencia. A continuación se explican las características de cada una y sus ventajas y desventajas.

### Introducción a la comunicación IR

En los medios de comunicación infrarroja, se emplea la emisión infrarroja proveniente de alguna fuente, por ejemplo un diodo emisor infrarrojo, la cual por medios electrónicos es modulada, de una manera tal que permita viajar y ser recibida por un elemento sensible a esta radiación y ser nuevamente convertida en una señal electrónica inteligible.

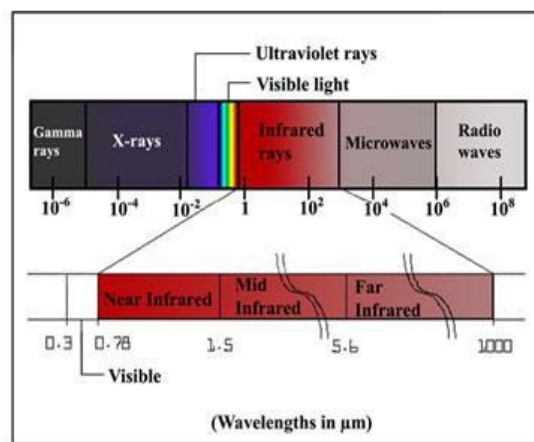


Figura 5.22. Longitudes de onda.

La modulación de la información se lleva a cabo, haciendo oscilar alguno de los estados lógicos (señales digitales 1 o 0), con una señal cuadrada de frecuencia tal que el filtro del receptor conozca la señal que le está enviando el transmisor vía infrarrojo.

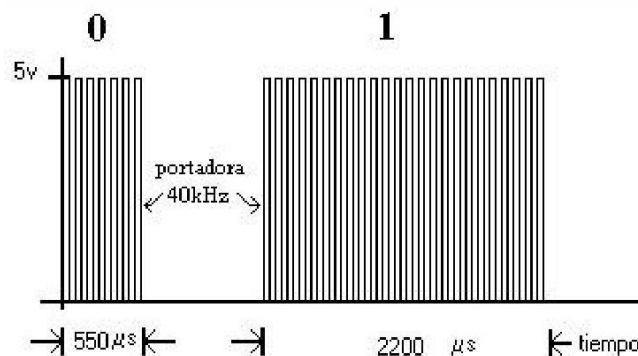


Figura 5.23. Modulación de una señal por amplitud.

Los parámetros a definir para lograr comunicar datos a través de éste método son los siguientes:

- Un protocolo de comunicación.
- Seleccionar un método para representar las diferentes señales lógicas.
- Una velocidad de transmisión que permita la respuesta de los componentes del módulo receptor.
- La frecuencia de la señal portadora, la cual está directamente relacionada con la velocidad de transmisión.

### ***Introducción a la comunicación por radio frecuencia***

Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar distancias largas y penetrar edificios sin problemas, de modo que se utilizan mucho en la comunicación, tanto de interiores como de exteriores. Las ondas de radio también son omnidireccionales, ósea viajan en todas las direcciones desde la fuente, por lo cual el transmisor y el receptor no tienen que alinearse físicamente.

Las propiedades de las ondas de radio dependen de la frecuencia. A bajas frecuencias, las ondas de radio cruzan bien los obstáculos, pero la potencia se reduce drásticamente con la distancia a la fuente. A frecuencias altas, las ondas de radio tienden a viajar en línea recta y a rebotar en los obstáculos. También son absorbidas por la lluvia. Todas las ondas de radio están sujetas a interferencia por los motores y equipos eléctricos.



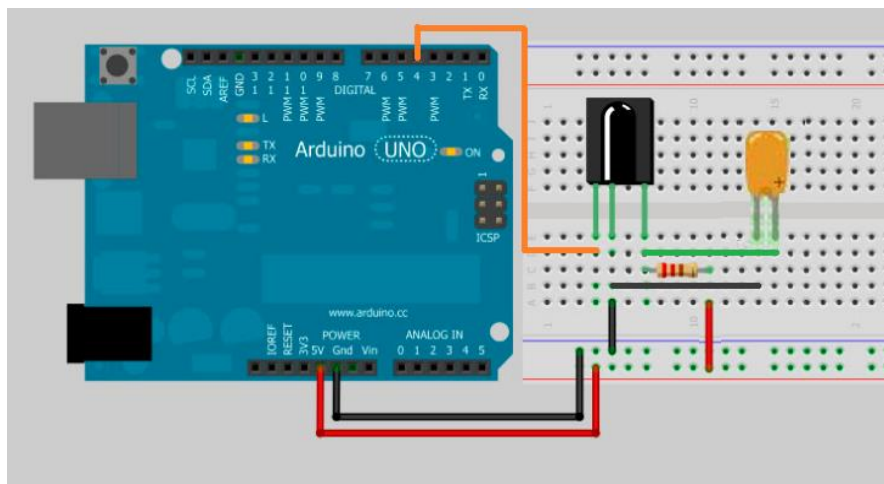
*Figura 5.24. RWS 434 y TWS 434 de Reynolds Electronics.*

### ***Infrarrojo vs. Radio Frecuencia***

- Las transmisiones de radio frecuencia tienen una desventaja: que los países están tratando de ponerse de acuerdo en cuanto a las bandas que cada uno puede utilizar. La transmisión Infrarroja no tiene este inconveniente por lo tanto es actualmente una alternativa para las Redes Inalámbricas.

- El sistema infrarrojo no necesita de licencia del gobierno para operar en contraste con los sistemas de radio.
- La comunicación con infrarrojo no se puede usar en exteriores porque el sol brilla con igual intensidad en el infrarrojo como en el espectro visible.
- La comunicación con infrarrojo tiende a tener menor alcance que la comunicación por radio frecuencia.
- Las transmisiones de radio frecuencia son omnidireccionales mientras que las transmisiones infrarrojas mejoran su alcance y calidad si se encuentran alineados el transmisor y el receptor.

Con las características que nombradas anteriormente se decidió utilizar para el producto que la comunicación se realizara mediante comunicación infrarroja. Como bien se ha explicado anteriormente lo primero que se hace es elegir el receptor y durante la fase de desarrollo se ha optado por el TSOP-2236.



*Figura 5.25. Conexión entre los componentes correspondientes a la recepción de datos vía infrarroja y la placa.*

### Detalles del código [Anexo III]

Al utilizar comunicación IR, hay que usar una función especial para detectar tanto los pulsos altos recibidos,

```
pulseIn(ir_pin, HIGH)
```

como los pulsos bajos.

```
pulseIn(ir_pin, LOW)
```

Por ejemplo, si `value` es HIGH, `pulseIn()` espera a que el pin sea HIGH, empieza a cronometrar, espera a que el pin sea LOW y entonces detiene la medida de tiempo.

La sintaxis de esta función:

**`pulseIn(pin,value)`**

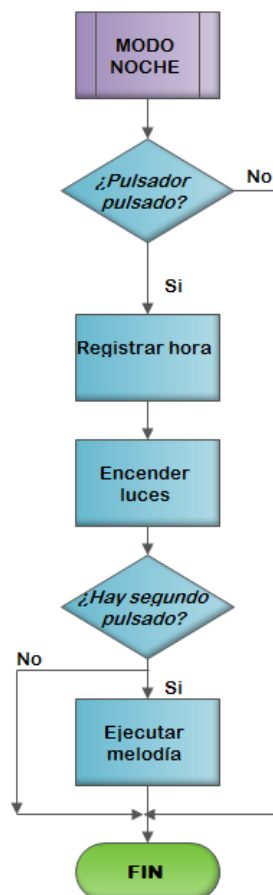
**pin:** número de pin donde se realiza la medida del pulso.

**value:** tipo de pulso.

### 5.3.2 Modo noche

Muchos niños prefieren dormir con un pequeño foco de luz por la noche en vez de en la completa oscuridad. Para no obligar a los padres a comprar ningún otro aparato eléctrico Bee-Light ofrece esta alternativa.

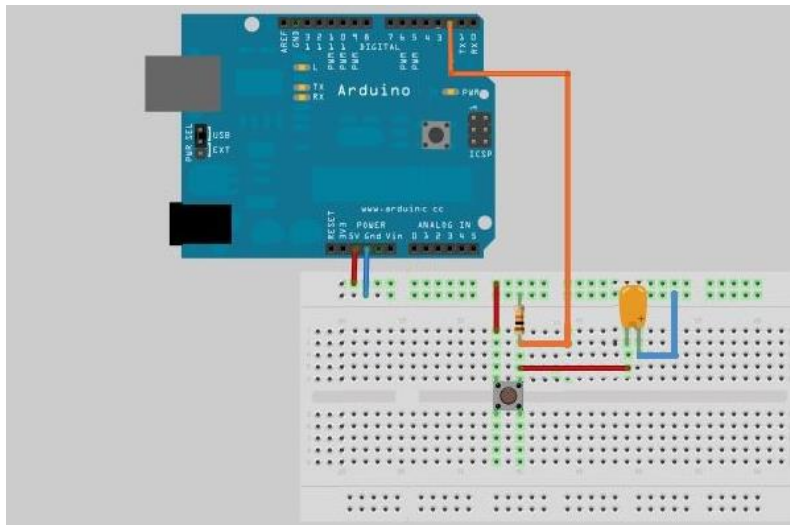
Se activa mediante un pulsador y su funcionamiento se explica en el siguiente diagrama.



Esquema 8: Diagrama de bloques que describe el funcionamiento de la subrutina modo noche.

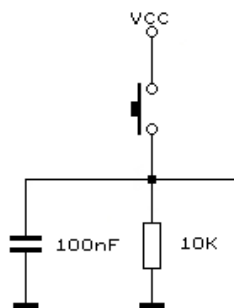
Como se observa en el diagrama, las luces se utilizan en las dos opciones que nos da el interruptor. La duración de este programa es de 15 minutos, tanto si se utilizan sólo las luces tanto como si se utilizan las luces más la melodía. La iluminación se realiza con los Leds RGB, la conexión y descripción ya se ha explicado en el punto 5.2.1, la única diferencia radica en que el color elegido para la iluminación sea un azul tenue.

Para la conexión del interruptor hay que tener en cuenta los posibles rebotes que son una fuente importante de problemas, para ello se adoptaron soluciones tanto software como hardware.



*Figura 5.6. Conexión entre la placa y el pulsador de control.*

Como solución hardware se ha implementado un filtro RC a masa.



*Figura 5.27. Esquema del circuito de filtrado RC*

Con ello conseguimos que al pulsar el interruptor, el condensador asegure una tensión continua o estado alto que le entra al micro, que en este caso será de 5v. La resistencia por su parte asegura la descarga del condensador y que no se quede al aire la conexión cuando no pulsamos el interruptor.

Se han utilizado valores comerciales que se aproximen a una constante de tiempo entorno al valor de milisegundos.

$$\zeta = RC$$

La solución software se ha implementado de tal manera que sea el proceso que sea el que esté realizando el microcontrolador, al activar el pulsador se ejecute la función “modo noche”. Para ello hemos utilizado la función:

```
attachInterrupt(0, Fun_Contar, CHANGE);
```

Esto es, cada vez que se pulse se producirá una interrupción en el programa principal que nos incrementa el contador que utilizamos para diferenciar los dos casos posibles y así entrar en esas funciones.

### **attachInterrupt( interrupción, función, modo )**

Los parámetros de esta función son:

**Interrupción:** el número de la interrupción (Es un int y puede ser 0 o 1, las que dispone Arduino UNO).

**Función:** Es la función que se invocará cuando la interrupción suceda, esta función no debe tener parámetro ni tampoco devolver nada.

**Modo:** Esto define el criterio de la interrupción es decir cuando se considerara como interrupción. Existen 4 constantes predefinidas para poder usarlas como modos.

- **LOW** Se dispara la interrupción cuando el pin tenga un valor bajo (Cero lógico o LOW).
- **CHANGE** Se dispara la interrupción cuando el pin tenga un valor alto (Uno lógico o HIGH).
- **RISING** Se dispara la interrupción cuando el pin pase de valor bajo a alto (LOW a HIGH | 0 a 1).
- **FALLING** Se dispara la interrupción cuando el pin pase de valor alto a bajo (HIGH a LOW | 1 a 0).

### **Detalles del código [Anexo III]**

Para evitar los rebotes, cuando se produce la interrupción nada más entrar en su función deshabilitamos las interrupciones y cambiamos el valor de una variable que condiciona el contador que se usa para saber en qué situación estamos.

```
void Fun_Contar()
{
```

```
noInterrupts();  
  
cont3 = 1;  
  
}
```

```
if(cont3 != 0)  
{  
    delay(500);  
    cont1++;  
    if(cont1 > 2)  
    {  
        cont1 = 0;  
    }  
}
```

### *Función melodía*

Con Arduino se puede conseguir hacer sonar una melodía mediante la función `tone`. Esta función genera una onda cuadrada de la frecuencia especificada (y un 50% de ciclo de trabajo) en un pin. La duración puede ser especificada, en caso contrario la onda continua hasta que haya una llamada a `noTone()`. El pin puede conectarse a un buzzer u otro altavoz que haga sonar los tonos.

Solo puede generarse un tono cada vez. Si un tono está sonando en un pin diferente, la llamada a `tone()` no tendrá efecto. Si el tono está sonando en el mismo pin, la llamada establecerá la nueva frecuencia.

La estructura de la función `tone`, es la siguiente:

```
tone(pindesalida, frecuencia, duración);
```

Donde:

- **pindesalida:** es el pin donde conectaras la bocina.
- **frecuencia:** es el valor PWM que sacará el Arduino (cuanto menos frecuencia, más grave sale el sonido).
- **duración:** es la duración de la salida.

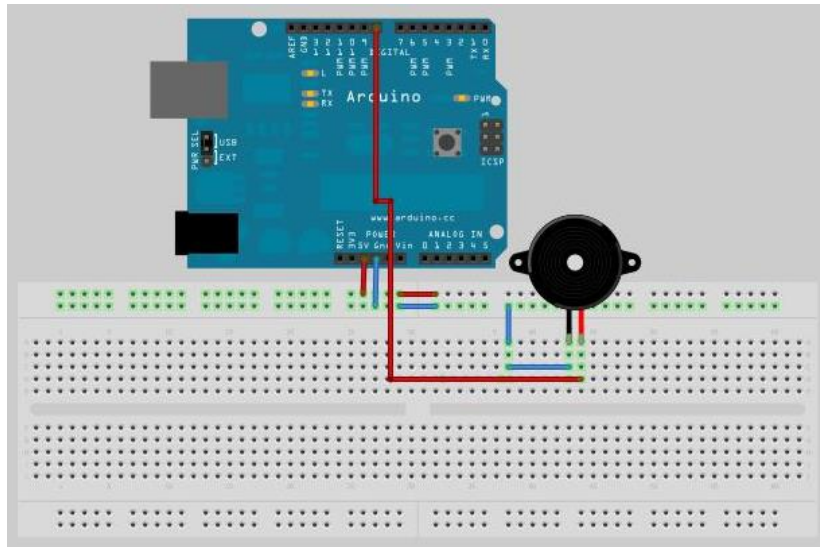


Figura 5.268. Conexión entre la placa y el zumbador piezoeléctrico.

### 5.3.3 Registro y procesamiento de la hora

Consiste en un registro de datos que almacena la hora a la que se ha encendido el Modo Noche las diez noches inmediatamente anteriores. Con estos diez datos hace la media y nos da el resultado de a qué hora aproximada suele acostarse. Cuando llega a esta hora calculada el día presente, el dispositivo le avisa con un sonido de alarma y luz, que significa que debería irse a la cama.

Los datos son guardados en la memoria EEPROM del propio ATMEGA328 ya que es no volátil y los datos los necesitamos para llevar un control. A continuación explicamos un poco más sobre las memorias de las que dispone este microcontrolador.

Existen tres tipos de memoria:

- Memoria **Flash** (espacio del programa), en ella se guarda el sketch de Arduino.
- **SRAM** (static random acces memory), aquí se crean y manipulan las variables cuando se ejecuta el programa.
- **EEPROM** es el espacio de memoria que los desarrolladores pueden utilizar para almacenar información a largo plazo.

Las memorias Flash y EEPROM son no volátiles, esto quiere decir que la información se mantiene incluso después de apagar el microcontrolador. SRAM es volátil, significa que se pierden los valores guardados cuando apagamos el micro.



El tamaño de las memorias en el ATMEGA328 son las siguientes:

- Flash 32k bytes (5k se usan para el arranque).
- SRAM 2k bytes.
- EEPROM 1k byte.

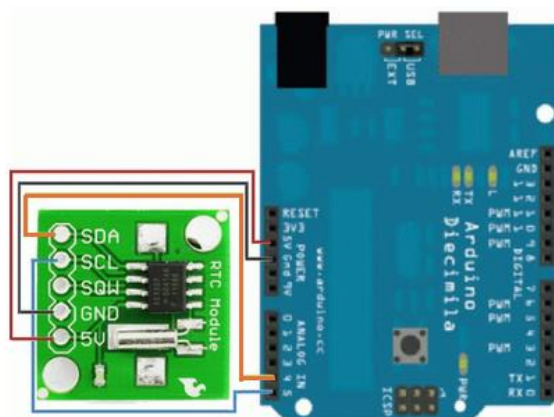
Al no llevar un reloj interno, para conocer la hora exacta utilizamos un reloj externo, más concretamente el módulo RTC que contiene el microchip DS1307 que ofrece una alta estabilidad y precisión.

La conexión se realiza mediante el protocolo I2C (patillas A4 y A5 del Arduino). Este protocolo consiste en crear un protocolo de comunicación entre los dispositivos en serie. La comunicación siempre se realizara entre dos dispositivos, uno actuara de maestro, que transmitirá la señal para sincronizar la transferencia de datos, y el otro de esclavo.

Para identificar que periférico a enviado la información, cada uno de ellos tiene una dirección única, igual que una red de ordenadores donde cada ordenador tiene su propia dirección.

El bus I2C consta de 3 líneas, SDA (datos), SCL (reloj) y GND (masa)

- SDA: Es la línea por donde circulan los datos.
- SCL: Por esta línea va la señal para sincronizar las transferencias de datos.
- GND o masa: Se utiliza como referencia de voltaje para el cálculo de las otras líneas.



*Figura 5.29. Conexión entre el módulo RTC y la placa.*

### **Detalles del código [Anexo III]**

Para el manejo de comunicaciones I2C en Arduino debemos importar la librería “Wire.h” a nuestro programa. Para configurar la hora del reloj se utiliza un programa que la obtiene desde un ordenador.

Una vez que el reloj está puesto en hora ya podemos obtener su valor con la función

```
DateTime now = RTC.now();
```

Los valores de las horas se guardan en las posiciones desde la 20 a la 29 en la memoria EEPROM.

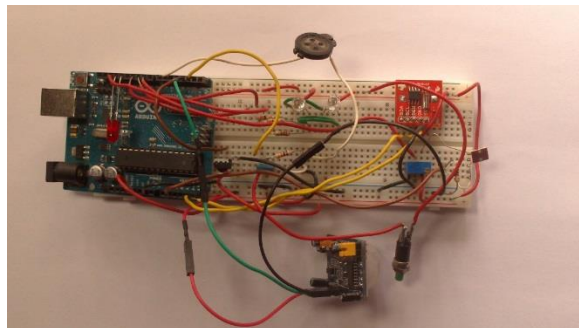
Una vez están guardadas, se procede a leer cada posición para obtener el resultado total y realizar operación necesaria.

Con los minutos se realiza la misma operación con la diferencia de que los datos los guardamos desde la posición 0 a la 9.

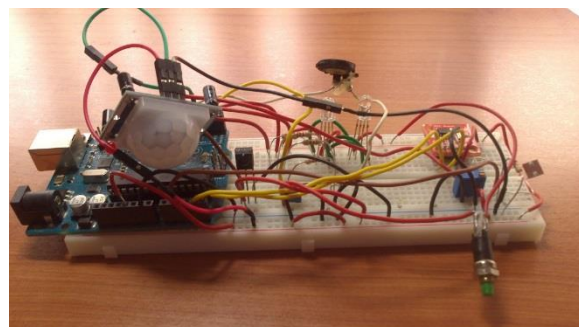
La alarma se activa primero detectando si la hora calculada coincide con la actual y a continuación si coinciden los minutos.

#### 5.4 Prototipo final sobre placa blanca

El desarrollo de todas las funciones anteriores y las pruebas realizadas dan como resultado la construcción de un prototipo funcional en placa blanca.



*Figura 5.30. Imagen en perspectiva planta del prototipo sobre Proto-board.*



*Figura 5.31. Imagen frontal del prototipo.*

## Capítulo 6. Conclusiones y líneas futuras

En este último capítulo de la memoria se recoge el resumen de las principales aportaciones de este Proyecto Fin de Carrera y las principales conclusiones extraídas del trabajo realizado en el mismo. Además, se proponen varias líneas de trabajo futuras para profundizar en varios aspectos interesantes detectados en la realización de este proyecto.

### 6.1 Conclusiones

Este proyecto podríamos dividirlo en 2 fases, la primera corresponde con las asignaturas “Metodología de diseño” y “Laboratorio de diseño electrónico”, impartidas en el Grado de Diseño Industrial y con una duración de 4 meses. Y la segunda, que continuó desarrollándose incluso pasados esos primeros 4 meses, como “Proyecto Fin de Carrera” para la especialidad de Electrónica Industrial.

Se ha realizado un estudio de mercado, con su correspondiente aprendizaje sobre las tecnologías aplicadas en los productos encontrados. Se generaron una serie de conceptos que tras su análisis teniendo en cuenta su viabilidad, funcionalidades e innovación, se decidió el desarrollo completo de uno de ellos y se llegó a su completo desarrollo de diseño y prototipo en placa blanca.

Por lo tanto podemos decir que los objetivos se han cumplido.

Personalmente, este proyecto me ha mostrado el valor añadido que tiene el trabajo en grupo y entender por qué unas propuestas pueden ser aceptadas y otras rechazadas, gracias a los distintos puntos de vista de los compañeros. La metodología de trabajo nos ha acercado un poco más a la forma de trabajo que se sigue en el mundo laboral.

Una de las principales satisfacciones ha sido introducirme en el mundo de la programación en Lenguaje C y en específico con el entorno de Arduino. No ha sido fácil, el método que seguí fue ir creando programas independientes para cada una de las funcionalidades, y los problemas llegaron cuando empecé a unir el código. Pero conforme ves que vas avanzando y los resultados obtenidos te sientes orgulloso.

He tenido que aprender o recordar el manejo de distintas herramientas software sobre diseño en 3D y diseño hardware. Y por último también he tenido que aprender nociones básicas sobre comunicación inalámbrica, los distintos protocolos, la forma de enviar los datos, etc, creía que sería más fácil de lo que al final resultó.

Sobre el montaje, he tenido que realizar varias pruebas experimentales hasta conseguir que todo quede correctamente conectado, con algunos problemas de rebotes principalmente.

En resumen el desarrollo de este proyecto lo describiría como una experiencia positiva y enriquecedora debido a todo lo aprendido y al método con el que se ha desarrollado.

## 6.2 Líneas de futuro

Como continuación al desarrollo se está intentando el montaje del prototipo en placa PCB.

Otra línea sería la creación de los emisores IR, con la capacidad de que dependiendo del dato que reciba el receptor de la placa, identifique cual es el dispositivo que se ha quedado encendido en la habitación. También diseñar una manera no invasiva para detectar aparatos eléctricos o electrónicos encendidos que no produzcan ninguna fuente de luz.

## Anexos

---

## PRODUCTO ELECTRÓNICO

---

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Comunicación

Asignaturas: METODOLOGÍA DE DISEÑO / LABORATORIO DE DISEÑO ELECTRÓNICO

4º CURSO 2012-13

1er. CUATRIMESTRE

Duración del proyecto: aprox. 14 semanas.

### 1. Descripción del proyecto:

---

Existen actualmente en el mercado múltiples productos electrónicos diseñados para diferentes usos. Generalmente, consisten en aplicaciones más o menos complejas de dispositivos electrónicos que encuentran su funcionalidad dependiendo de su entorno de aplicación y necesidades de usuario. Existen diferentes tipos de mercados con múltiples sectores, pudiendo encontrar desde productos muy sencillos y simples hasta los muy sofisticados y cargados de funciones con aplicación profesional.

El éxito de estos productos radica generalmente en la versatilidad que ofrece el amplio desarrollo electrónico, pudiendo dotar a los productos actuales de funciones que no se pueden conseguir con otras tecnologías, el uso de baterías, pantallas, memorias, sistemas de navegación, procesadores, etc... permite hacer combinaciones para conseguir aplicaciones específicas que solo dependen del uso y su entorno, pudiendo encontrar productos para exterior e interior e incluso para utilización en condiciones extremas.

El punto en común de estos productos es el aprovechamiento de una determinada tecnología y el tipo de usos y usuarios a los que van dirigidos, pero el rango de precios, calidad de acabados, prestaciones, etc.; es muy amplio. Además, existe una cierta dificultad por parte del usuario de conocer todo el rango de productos existentes, elegir el más adecuado a sus necesidades y aprender su modo de uso; en parte, este problema se acentúa por la inexistencia de un carácter en los productos que ayude a diferenciar e identificar unas tipologías respecto a otras.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido y de modo que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

El entorno de uso puede ser muy variado e incluir entornos públicos, privados, domésticos, laborales, profesionales, aficionados, etc. El producto a diseñar puede incluir todas las funciones necesarias para la consecución del beneficio principal, y/o funcionar en relación a otros equipos.

El proyecto implica la realización de un análisis en profundidad de la tecnología, las posibles tipologías de producto, los tipos de entorno, situaciones de uso y usuarios, así como de las posibles funciones a desarrollar por el producto y su utilidad para el usuario, tratando de conseguir conclusiones que produzcan CONCEPTOS CREATIVOS, ALTERNATIVOS E INNOVADORES, MÁXIME CONSIDERANDO QUE EL SECTOR AL QUE SE DESTINA EL PRODUCTO ES EMERGENTE Y SOMETIDO A UNA RÁPIDA EVOLUCIÓN.

Es necesario para el buen desarrollo del proyecto realizar profundos análisis del usuario, los posibles entornos de uso, verificaciones dimensionales de los objetos, y definir adecuadamente los modos de relación producto / usuario, derivados del diseño del interfaz y la estructura del árbol de funciones organizadas en el posible menú o menús del producto (alto orden / alta complejidad).

En el desarrollo del producto trabajarán conjuntamente equipos de diseñadores y electrónicos, que tendrán que colaborar en todas las fases. Los electrónicos tendrán que realizar un estudio profundo de las tecnologías electrónicas disponibles y sus potenciales funcionalidades, aportando al equipo un panorama de posibilidades que encauce la evolución de los conceptos de producto que se vayan desarrollando. Posteriormente, el avance en los conceptos de diseño y el desarrollo de las soluciones electrónicas deberá estar perfectamente acompasados para que el trabajo dé como resultado un producto viable.

## **2. Objetivos del proyecto:**

---

(Algunos objetivos son específicos de diseñadores o electrónicos)

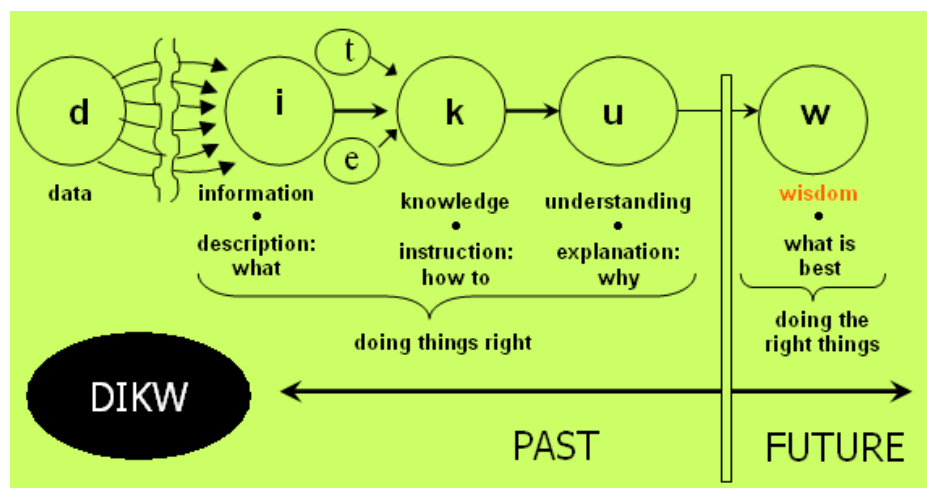
- 1) Realizar la planificación del proyecto; reflexionar y aplicar un plan claro y estructurado, en el que se detallen las fases a realizar, documentos que se incluyen en cada fase y un calendario a seguir para conseguir el resto de los objetivos.
- 2) Realizar una descripción y definición de producto previa a la realización de las fases conceptuales, antes de comenzar con los bocetos. Se trata de un documento en el que se analiza alguna o varias de las tipologías de producto, sus funciones, sus componentes y ensamblajes, cómo son los accionamientos durante su uso, etc.
- 3) Definir la función principal (y secundarias en caso de haberlas). Dicha función, que tiene condicionantes particulares a cada uno de los productos, será definida por los propios estudiantes en el planteamiento de proyecto, la descripción detallada de esta función incluirá el entorno de utilización.
- 4) Ubicar y definir el producto en un entorno o situación de uso y relacionarlo con un tipo de usuario. Buscar rasgos que definan y personalicen el producto de forma que exista un segmento de mercado en el cual se pueda comercializar de forma adecuada.
- 5) Analizar la viabilidad de producción y montaje de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- 6) Desarrollar habilidades y actitudes profesionales a través del trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares
- 7) Realizar las investigaciones necesarias sobre las tecnología electrónicas aplicables en el producto.
- 8) Aprender el uso de herramientas informáticas de desarrollo electrónico y habilidades de montaje, que serán necesarias para realizar el diseño, simulación, montaje, verificación, puesta a punto del prototipo electrónico que se integrará en el producto final.



### 3. Ámbito del proyecto:

Se busca **reducir el consumo energético en diversos escenarios**. Se considera energía tanto el consumo eléctrico (iluminación, electrodomésticos, dispositivos electrónicos, etc.), consumo de combustibles tipo gas/gasol (climatización, cocina) y consumo de agua.

Existen diversas estrategias: mejorar la eficiencia de las cargas que consumen energía, gestionar automáticamente el uso de dichas cargas (domótica) o la concienciación del consumidor. En principio se persigue esta última estrategia en la que mediante los datos (d) e información (i) se crea un conocimiento (k) en las personas que provoca un entendimiento (u) del efecto que la gestión energética tiene a diferentes niveles: económico, medioambiental, etc. Este entendimiento es el que posibilita la generación de una sabiduría (w) con un impacto hacia futuro.



#### Escenarios:

1. *Uso de la electricidad (equipamiento en laboratorios, PCs, iluminación, climatización) en un gran edificio público como la universidad.*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios (profesores, estudiantes) que no paga por la energía usada, escenarios (laboratorios, aulas, despachos), cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
2. *Uso de agua en gran edificio público como la universidad*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios que no paga por el agua, cambios de infraestructura complicados por motivos económicos
3. *Uso del agua y electricidad (equipamiento, iluminación, climatización) en habitaciones de hoteles.*  
Aspectos claves: clientes que dentro del precio de la habitación pagan por la energía independientemente de lo que gasten, escenarios (montaña, playa, etc.)
4. *Uso del agua en domicilios particulares*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan el agua de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, etc. y que pagan por el agua usada

5. *Uso de electricidad asociado a climatización y equipamiento (electrodomésticos, iluminación, ocio, etc.) en domicilios particulares*  
Aspectos claves: diversidad de usuarios que usan la energía de un modo u otro según edad, ocupación, tiempo de estancia en casa, actividades, preferencias de temperatura, etc. y que pagan por la energía usada
6. *Uso de la electricidad asociado a climatización y equipamiento (dispositivos electrónicos, iluminación, etc.) en comercio*  
Aspectos claves: diversidad de comercios que paga por la energía que consume

#### **4. Fases de desarrollo del proyecto:**

---

Al final del documento figura un calendario con las fechas aproximadas de fases y eventos.

##### ***1ª fase: Planificación del proceso, búsqueda de información, análisis y generación de conceptos.***

Durante esta fase los estudiantes deberán planificar el desarrollo del proyecto y realizar un calendario o diagrama de tiempos que marque las fases a cumplir.

*Equipos de diseño: Oficina Técnica con un Director de Proyecto.*

Los estudiantes de diseño se organizarán en equipos, cada uno de los cuales deberá ser capaz de proponer un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Cada equipo nombrará un miembro director.

*Equipos de electrónica: Oficina Técnica con método Defensor de la Idea.*

Los estudiantes de electrónica se organizarán en equipos, pero cada uno de sus miembros colaborará con un equipo de diseño en la fase conceptual, y participará en la propuesta de un producto en el momento indicado, que competirá con otros productos de otros equipos con el mismo escenario. Dentro del equipo de electrónicos, sus miembros podrán colaborar entre sí, intercambiar información, etc. respecto a los proyectos en que participan cada uno de ellos.

Todo el proyecto se realizará mediante el trabajo en equipo; haciendo puestas en común de toda la información en reuniones en las que se analice, critique y contraste la información para concluir en ideas básicas para su posterior desarrollo. En esta fase de análisis se realizará como mínimo una investigación de mercado y su segmentación, y un análisis de gamas y líneas de producto hasta disponer de un mínimo de tres conceptos de producto de los que seleccionar y proponer un concepto viable. Se deben desarrollar una o varias fases creativas utilizando diferentes técnicas.

En el desarrollo de conceptos es indispensable tener en cuenta los requisitos de producto, el interfaz o comunicación producto-usuario, la ergonomía, la secuencia de uso y todos los análisis realizados previamente; se realizará un análisis formal en el que se estudiará

la semántica y valores semióticos, el simbolismo, sus cualidades de percepción y el valor que presenta el producto, prestando especial atención al modo en que se pueden sugerir los valores deseados y evitar los no deseados.

En este análisis es necesario hacer una revisión de la evolución del producto en el mercado, de posibles productos análogos o relacionados y la tendencia estética actual en su propio sector y sectores relacionados.

Los electrónicos realizarán una investigación sobre tecnologías electrónicas, tanto hardware como software) aplicables a los conceptos, considerando la viabilidad de su desarrollo. Esta investigación incluirá la búsqueda de componentes en el mercado, fundamentando criterios de selección en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, precio, etc. Toda esta información se irá poniendo en común con los diseñadores, para que así se vayan concretando las posibles ideas de producto de manera que sean coherentes con las tecnologías electrónicas aplicables. El objetivo es que cada concepto pueda ofrecerse con, al menos, una solución electrónica viable.

Como parte y motor de la investigación cada equipo de electrónicos desarrollará como experimento un circuito sencillo (Pequeño Proyecto Electrónico), desde la especificación hasta la implementación de un prototipo en placa de circuito impreso.

Al final de esta fase los equipos presentarán conjuntamente las conclusiones de su estudio. Los diseñadores propondrán una serie de opciones conceptuales para el desarrollo del producto, y los electrónicos expondrán los recursos electrónicos utilizables, su función, posibilidades y limitaciones, así como los componentes concretos disponibles. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

## ***2ª fase: Selección de proyectos y reconfiguración de equipos.***

De cada escenario se seleccionará un único producto por parte de los profesores, valorando el grado de innovación y creatividad y su potencial de viabilidad y aplicación, pudiendo contar con la opinión y participación de otros expertos, que aportarán el punto de vista del cliente. Los proyectos seleccionados recibirán, lógicamente, una mejor evaluación.

A partir de la selección de proyectos:

- Los proyectos seleccionados en cada escenario serán desarrollados hasta el nivel de prototipo funcional por el equipo de diseño que los haya presentado junto al equipo de electrónicos que trabajaba en ese escenario. La dirección de la parte electrónica será asumida por el miembro del equipo que colaboró inicialmente en la propuesta del concepto.
- Los proyectos no seleccionados serán desarrollados por el equipo de diseño únicamente a nivel conceptual.

### ***3ª fase: Desarrollo de las alternativas seleccionadas.***

Cada proyecto será desarrollado en su totalidad, continuando este desarrollo a través de bocetos más elaborados y que muestren la evolución funcional y la exploración formal; en esta fase se evaluarán tanto el razonamiento para la consecución de la función como las alternativas formales que pueden ayudar a cumplir mejor esta función.

Se debe desarrollar un mapa de menús que permita verificar el correcto funcionamiento del interfaz y la comunicación producto / usuario.

Es recomendable que se explore formalmente con volúmenes sencillos realizados en espuma de poliestireno (u otros materiales como plastilina, barro, etc.) el uso y la ergonomía de producto, reflejando las conclusiones en el dossier de presentación. Este estudio también será formal y se relacionará con los bocetos realizados.

Se deberán solucionar las características técnicas del producto y definir con precisión los procesos productivos y materiales a utilizar en su fabricación.

Paralelamente, se desarrollará el sistema electrónico mediante herramientas de simulación y con montajes reales, explorando a fondo sus funciones y restricciones. Será el momento de seleccionar los componentes concretos que mejor se ajusten a las necesidades. Estos desarrollos serán debidamente documentados con descripciones escritas, esquemas de circuito y simulaciones comentadas, y tendrán como resultado el montaje y puesta a punto de un prototipo en placa blanca.

Al final de esta fase se dará por cerrada la especificación de la parte electrónica para poder encargar los componentes definitivos y abordar el diseño de la placa de circuito impreso.

### ***4ª fase: Desarrollo final y presentación.***

La alternativa final será desarrollada en su totalidad, produciendo los dibujos o ilustraciones de presentación, descripción de las secuencias de menús, planos acotados, modelos o maquetas de presentación, necesarios para facilitar la total comprensión del diseño realizado. Como parte de esta tarea se deberán solucionar las características técnicas del producto, que incluyen las especificaciones del sistema electrónico que integrará, y que habrán sido acordadas entre los dos equipos.

En el caso de los grupos seleccionados para construir el prototipo, los electrónicos terminarán el desarrollo del sistema electrónico y el diseño de la placa de circuito impreso (PCB) para enviarla a fabricar. Posteriormente tendrán que montar y soldar los componentes y poner a punto el prototipo definitivo en PCB. A continuación se pasará a su integración en la maqueta del producto.

En la última semana los equipos presentarán conjuntamente el producto desarrollado, que incluirá, en su caso, una demostración del prototipo construido. La presentación será oral y podrán utilizarse medios informáticos.

## **5. Otros requisitos del proyecto:**

---

- Definir tipo de alimentación del producto. Sistemas de conexión / desconexión y puesta en funcionamiento.
- Definir las características de seguridad y regulación según el caso.
- Definir posibles accesorios cuando sea necesario.
- Los materiales deben seleccionarse de acuerdo a los requerimientos de uso, funcionamiento, seguridad y a la estética desarrollada, se valorará el correcto uso y selección de los materiales respecto a su precio y respeto al medioambiente.
- Los materiales elegidos deberán satisfacer la función y cumplir con los requisitos especificados por el alumno.
- El producto puede constar de diferentes acabados.
- El producto puede tener cualquier tamaño dentro de unas dimensiones definidas por el sentido común y verificado por medio de tablas antropométricas.
- El conjunto debe ser definido para una única función principal y específica y entorno de uso.

## **6. Evaluación del proyecto:**

---

En el presente proyecto se evaluarán los siguientes aspectos:

(Algunos de los ítems son específicos de diseñadores o de electrónicos).

### **1ª FASE**

- Realización de calendario y cumplimiento.
- Documentación inicial.
- Grado de profundización en la búsqueda de información.
- Clasificación y análisis de la documentación.
- Conclusiones del análisis de la documentación.
- Conclusiones del estudio ergonómico, de uso y funcional.
- Adecuación de las soluciones electrónicas propuestas.
- Calidad del Pequeño Proyecto Electrónico.
- Presentación de grupo.

### **2ª FASE**





- Definición de cada uno de los conceptos.
- Bocetos de concepto.
- Maquetas de estudio o volúmenes.
- Análisis formal y su relación con la función definida.
- Clasificación y selección de conceptos.
- Valoración de la elección del concepto en cuanto a su nivel de innovación y su viabilidad.
- Presentación gráfica, de volumen y verbal.

## Anexo II. Comunicación Infrarroja

En el diseño de una comunicación infrarroja, es conveniente comenzar por la recepción, ya que, por un lado, es sumamente sencilla de conectar a un microcontrolador y, por otro, es la que nos va a obligar a diseñar y ajustar los circuitos que necesitamos en la parte de la emisión.

Actualmente, en el mundo existe una gran variedad de receptores infrarrojos, cuyas diferencias radican principalmente en alcance.

*Tabla 5: Ejemplos de receptores IR y sus parámetros característicos.*

	Pic 26043SM	Alta velocidad	NPN de silicio	Silicio
Sensor				
Voltaje	4,5 – 5,5 v		32 v	
temperatura	-10 - +60°	-30 - +80°	-55 - +150°	-30 - +80°
Temperatura soldadura	260°	245°		260°
Angulo medio	45°	60°	12°	65°
Potencia de disipacion		150 mW	159mW	150 mW

Aunque los sistemas infrarrojos son inmunes al ruido e interferencias de tipo radioeléctrico, estos sufren de degradaciones causadas por el ruido infrarrojo existente en ambientes exteriores e interiores, proveniente principalmente del sol y de fuentes de luz fluorescente e incandescente.

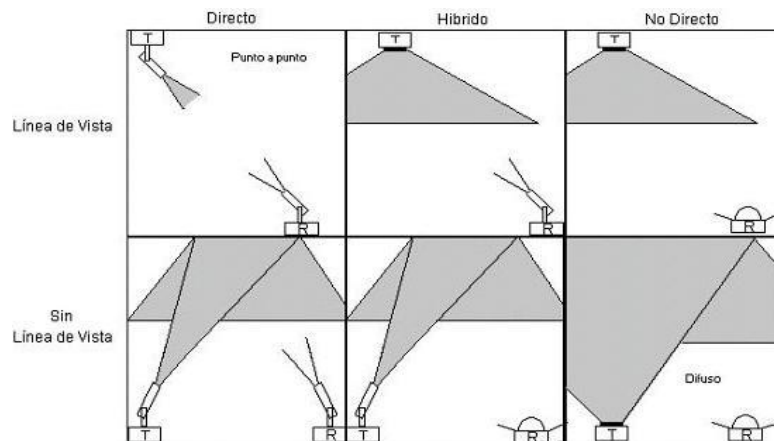
### **Clasificación de los sistemas infrarrojos.**

En general, los sistemas IR se pueden clasificar de acuerdo a dos criterios. El primero es el grado de direccionalidad del transmisor y del receptor, así podemos encontrar enlaces dirigidos y enlaces no dirigidos.

Los enlaces dirigidos emplean transmisores y receptores altamente direccionales, los cuales deben apuntar uno al otro o hacia un área común (generalmente en el techo) para establecer el enlace. Son más eficientes que los no dirigidos y minimizan pérdidas de propagación y de recepción de ruido. Mientras que, en los enlaces no dirigidos se emplean transmisores y receptores de gran ángulo, disminuyendo así la necesidad de tal apuntamiento. Es posible establecer enlaces híbridos, en los cuales, se combinan transmisores y receptores con diferente grado de direccionalidad.

El segundo criterio de clasificación está relacionado con la existencia o no de una línea de vista entre el transmisor y el receptor. En los enlaces de línea de vista, la luz emitida por el transmisor llega directamente al receptor, y en los enlaces sin línea de vista, la luz que sale del transmisor llega al receptor después de haberse reflejado en una o varias superficies. En un enlace de línea de vista, se utiliza con mayor eficiencia la potencia de las señales y se minimiza la distorsión por multitrayectorias. Y con un enlace sin línea de vista, se obtiene una mayor facilidad de uso, mayor movilidad, y robustez.

En la figura se presenta un esquema de las diferentes clases de sistemas infrarrojos.

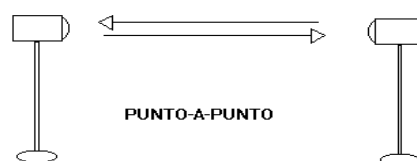


*Figura II.I. Clasificación de los sistemas infrarrojos de acuerdo a la direccionalidad del TX y del RX y a la existencia o no de una línea de vista entre ellos.*

### **Sistemas IR punto a punto.**

En un enlace punto a punto, el transmisor concentra su potencia en una pequeña región del espacio, por lo cual, para una potencia dada, este sistema es el que mayor distancia puede alcanzar. De una manera parecida, el receptor capta luz infrarroja solo de una pequeña región del espacio, produciéndose así un mínimo de distorsión por multitrayectorias y de ruido causado por las fuentes de luz ambiental. La combinación de estas características da como resultado altas razones de transmisión y grandes alcances. Además de esto, los sistemas punto a punto son relativamente baratos y simples.

Estos sistemas son más económicos y presentan mayores facilidades que los sistemas de radio diseñados con propósitos similares.

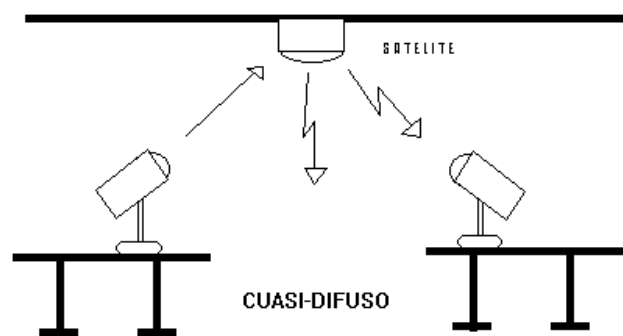


*Figura II.II. Comunicación infrarroja punto a punto.*

### Sistemas IR cuasi-difusos.

En el modo *casi-difuso*, el tipo de emisión es radial; esto es, la emisión se produce en todas direcciones, al contrario que en el modo punto a punto. Para conseguir esto, lo que se hace es transmitir hacia distintas superficies reflectantes, las cuales redirigirán el haz de luz hacia la estación receptora. De esta forma, se rompe la limitación impuesta en el modo punto a punto de la direccionalidad del enlace. En función de cómo sea esta superficie reflectante, podemos distinguir dos tipos de reflexión: pasiva y activa.

En la reflexión pasiva, la superficie reflectante simplemente refleja la señal, debido a las cualidades reflexivas del material. En la reflexión activa, por el contrario, el medio reflectante no sólo refleja la señal, sino que además la amplifica. En este caso, el medio reflectante se conoce como satélite.



*Figura II.III. Comunicación infrarroja en modo cuasi difuso.*

### Sistemas IR difusos.

Entre todos los tipos de sistemas IR, los sistemas IR difusos son los más fáciles de utilizar y también los más robustos, no se requiere apuntar tanto al transmisor como al receptor, ni se requiere que haya línea de vista entre estos. Sin embargo, los sistemas IR difusos tienen más altas pérdidas de propagación que los sistemas de línea de vista, requiriendo altas potencias de transmisión y un receptor que tenga una gran área de colección de luz.

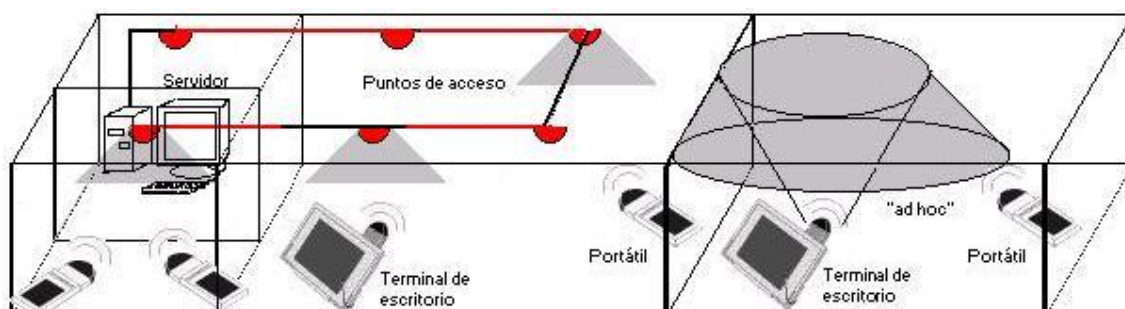
Transmisores difusos típicos emplean varios Leds, los cuales son orientados en diferentes direcciones, para proveer una diversidad de trayectorias de propagación.

Cuando transmiten, típicamente emiten una potencia óptica promedio en el intervalo de 100 a 500 mW, esto causa un consumo de potencia eléctrica más alto que el de un transmisor típico punto a punto.

En algunos casos se usan varios detectores, cada uno orientado en diferentes direcciones.



Un sistema IR difuso puede ser realizado de dos maneras, como se ilustra en la siguiente.



*Figura II.IV. Técnicas empleadas en los enlaces infrarrojos difusos.*

### Seguridad Ocular.

Los sistemas infrarrojos pueden resultar dañinos para la salud si se diseñan y/u operan incorrectamente. Cuando se utiliza una fuente óptica laser, la luz de esta puede penetrar en los ojos de alguna persona y por estar concentrada en un pequeñísimo punto puede causar daño a la retina si es que sobrepasa cierta potencia, por lo cual se ha establecido un estándar de seguridad para transmisores que utilicen una fuente óptica laser y son clasificados de acuerdo con la potencia óptica total emitida.

La clasificación principal se presenta en la tabla I. Los niveles de potencia contenidos en la clase 1 son los únicos que se consideran como seguros para los ojos.

*Tabla 6: Clasificación de láseres de acuerdo con la potencia emitida, se considera que la fuente es puntual. La clase 1 es considerada como segura para los ojos.*

	650 nm	880 nm	1310 nm	1550 nm
<b>Clase 1</b>	Hasta 0.2 mW	Hasta 0.5 mW	Hasta 8.8 mW	Hasta 10 mW
<b>Clase 2</b>	0.2-1mW			
<b>Clase 3A</b>	1-5mW	0.5-2.5 mW	8.8-45 mW	10-50 mW
<b>Clase 3B</b>	5-500 mW	2.5-500 mW	45-500 mW	50-500 mW

Sin embargo, si utilizamos leds en lugar de diodos laser podemos emitir una gran potencia y aun así permanecer en la clase 1 de seguridad.

Esto se debe a que los Leds son dispositivos con un gran ancho de haz y por lo tanto la imagen formada en la retina es grande, entonces la potencia óptica por unidad de área en la retina disminuye, y entonces no hay riesgo de quemadura.

## Fuentes ópticas.

En repetidas ocasiones se ha mencionado que las fuentes ópticas más utilizadas en los sistemas infrarrojos son: el Diodo Emisor de Luz (LED) y el Diodo Laser (LD). Entre las principales diferencias que guardan dichos dispositivos están: su longitud de onda, potencia óptica emitida, velocidad de modulación, tiempo de vida, ancho espectral, eficiencia, sensibilidad a la temperatura y, por supuesto, su coste. La elección de una fuente óptica específica está en función de la aplicación que ha de tener el sistema infrarrojo en cuestión.

## Diodos Emisores de Luz.

Los Leds son diodos semiconductores que operan en polarización directa y emiten luz cuando los huecos y los electrones se recombinan en la zona activa.

*Tabla 7: Materiales semiconductores utilizados en Leds y su relación con la longitud de onda emitida y la energía de la banda prohibida.*

Material	Rango de longitudes	Energía de la banda
GaInP	0.64-0.68	1.82-1.94
GaAs	0.70-0.84	0.9-1.4
AlGaAs	0.8-0.9	1.4-1.55
InGaAs	1.0-1.3	0.95-1.24
InGaAsp	0.9-1.7	0.73-1.35

La longitud de onda de la luz emitida durante el proceso de recombinación de huecos y electrones depende de la energía del ancho de la banda prohibida  $W_g$ , como lo muestra la siguiente ecuación:

$$\lambda = h.c / W_g \quad \text{ò} \quad \lambda = 1,24 / W_g$$

Con el factor 1,24 la longitud de onda estará dada en micras cuando la energía de la banda prohibida este dada en ev. En la tabla 7 se da una lista de materiales semiconductores utilizados para fabricar Leds y su relación con la energía de la banda prohibida y la longitud de onda de la luz emitida.

Típicamente estos Leds tienen un ancho de línea de 20 a 100m.

El ancho de banda de modulación de un LED está relacionado con el tiempo de vida de los portadores de carga en el semiconductor, el cual puede ser definido como el tiempo promedio de recombinación de los portadores. La velocidad de modulación eléctrica

debe ser menor que este tiempo. El ancho de banda (3dB) se puede calcular con la siguiente relación:

$$f_{3db} = 1/2\pi T$$

Las velocidades de modulación que los Leds pueden alcanzar van desde unas cuantas decenas de KHz hasta más de 100 MHz. La potencia óptica emitida se ve disminuida a medida que aumentamos la velocidad de modulación, y también cuando aumenta la temperatura del dispositivo.

En el mercado están disponibles dos tipos de Leds, los de emisión de superficie y los de emisión de arista. Los primeros emiten luz con un patrón lambertiano con ancho de haz de 120 grados, en el segundo caso, el ancho de haz en el plano paralelo es también de 120 grados y en el plano perpendicular es de 30 grados. Debido a esto, la luz emitida por un LED, no implica riesgo alguno para los ojos.

### **Diodos Laser.**

Los Diodos Laser tienen funciones similares a los de los Leds, pero con algunas diferencias en cuanto a su funcionamiento y a sus características. El LD tiene construida internamente una cavidad resonante tal, que cuando se excede la corriente de umbral (después de la emisión espontánea) se tiene una emisión estimulada, con gran amplificación de luz, que se genera con alta coherencia, por lo que se tienen anchos de línea pequeños entre 1 y 5 nm y anchos de haz muy angostos.

Al igual que en el caso de los Leds, existen LDs con emisión de superficie y de arista. Los LDs con emisión de arista producen altos niveles de potencia, hasta de 100 mW a una velocidad de modulación de 1 GHz y están disponibles comercialmente en el rango de 850 nm de longitud de onda. Su ancho de haz típico es de 20x35 grados. Los LDs de emisión de superficie producen mucho menos potencia óptica de salida, pero tienen un patrón de emisión casi simétrico con un ángulo de divergencia típico de 12 grados.

Resumiendo un poco, el LD con respecto al LED es mucho más rápido, su potencia de salida es mayor y su haz es coherente, pero, su construcción es más compleja, su potencia óptica de salida depende fuertemente de la temperatura, es bastante susceptible a transitorios, es más costoso y requiere de un circuito de excitación con compensación de temperatura, con compensación contra envejecimiento y de protección contra transitorios.

## Anexo III. Código de programación completo

```
//*****//
//Proyecto: Bee-Light                                     //
//Autor: Santiago Villarroya Garcés                       //
//Titulación: Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Electrónica //
//Fecha: Mayo de 2014                                    //
//*****//

//*****//
//Declaración de variables                               //
//*****//

#include <EEPROM.h>
#include "notas.h"
#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
// Crea el objeto RTC
RTC_DS1307 RTC;

int minutosnoche = 15;
int segundos = 0;
int redPin = 11;
int greenPin = 10;
int bluePin = 9;
int Pul = 2;

//variable que controla el número de veces pulsado
int cont1 = 0;

int DirMemoGuardoM = 0;
int DirMemoLeoM = 0;
//Inicio de la posición de la memoria para el valor de las horas
int DirMemoGuardoH = 20;
int DirMemoLeoH = 20;

int minutos = 0;
int MediaMin = 0;
int MediaHora = 0;
int hora = 0;
```

```

//Declaración de las notas

int melody[] = {NOTE_C4, NOTE_G3,NOTE_G3, NOTE_A3, NOTE_G3,0, NOTE_B3,
NOTE_C4};

//Duración de las notas
int noteDurations[] = {4, 8, 8, 4, 4, 4, 4, 4};

//Contador auxiliar
int cont3 = 0;

int ledPin1 = 13;
int inputPin = 3;
int pirState = LOW;
int valorLDR = 0;
//Referencia externa
int pinLDR = 15;

int val = 0;
byte value;
byte valuehora;
int resultadohora = 0;
int resultado = 0;
boolean aux = false;

//variables recepcion ir
int ir_pin = 4;
int nb = 40;
//*****//
//Inicialización de variables //
//*****//
void setup()
{
    pinMode(redPin,OUTPUT);
    pinMode(greenPin,OUTPUT);
    pinMode(bluePin,OUTPUT);
    pinMode(Pul,INPUT);

    //Establecemos el tiempo programado del modo noche
    segundos = (minutosnoche*60);

    // Establece la velocidad de datos del puerto serie

```

```

Serial.begin(9600);

// Establece la velocidad de datos del bus I2C
Wire.begin();

// Establece la velocidad de datos del RTC
RTC.begin();

pinMode(Pul, INPUT);

//Habilitamos la interrupción
attachInterrupt(0, Fun_Contar, CHANGE);


pinMode(ledPin1, OUTPUT);
pinMode(inputPin, INPUT);
analogReference(EXTERNAL);


pinMode(ir_pin, INPUT);
}

//*****//
//Programa principal                                     //
//*****//
void loop ()
{
    //Leemos el valor que tenemos en el sensor PIR
    val = digitalRead(inputPin);

    if (val == HIGH)
    {
        // PersonaDetectada();
    }
    else
    {
        PersonaNoDetectada();
    }

    //Implementación software antirebotes
    if(cont3 != 0)
    {
        delay(500);
        cont1++;
    }
}

```

```

    if(cont1 > 2)
    {
        cont1 = 0;
    }
}
cont3=0;

// Obtener la hora del RTC y compararla con la media calculada
DateTime now = RTC.now();
if(now.hour() == MediaHora)
{
FuncionAlarma();
}

// Diferenciamos en que caso estamos una vez que se entra en el modo noche
switch (cont1)
{
    case 0:
        // Todo apagado
        {
            LucesOff();
        }
        break;

    case 1:
        //Corresponde a la situación 1, solo se activan las luces
        {
            LucesAzulOn();
            aux = true;

            //Obtener los datos sólo una vez cuando se entra en MODO NOCHE
            if(segundos == 899)
            {
                ObtenerHora();
                ObtenerMinutos();
                CalcMediaMinutos();
                CalcMediaHoras();
            }

            if(segundos == 0)

```

```

        //Volvemos a inicializar las variables
        {
            cont1 = 0;
            segundos = (minutosnoche*60);
        }
        break;
    }

    case 2:
        //Corresponde a la situación 2, se activan las luces y la melodía
        {
            LucesAzulOn();
            if(segundos <= 0)
            {
                cont1 = 0;
                segundos = (minutosnoche*60);
            }
            FuncionMelodia();
            break;
        }

    default:
        {
            cont1= 0;
            break;
        }
    }

    //Habilitamos las interrupciones
    interrupts();
}

//*****//

//*****//

//Funcion que controla cada vez que pasa a estado alto el pulsador //
//*****//

//Deshabilitamos las interrupciones para que no entre a la función si se
producen rebotes
void Fun_Contar()
{

```



```

noInterrupts();
cont3 = 1;
}
//*****//

//*****//
//Funcion correspondiente a obtener y guardar la hora //
//*****//
int ObtenerHora()
{
    // Obtiene la fecha y hora del RTC
    DateTime now = RTC.now();

    //Guardamos el dato en la memoria
    //Las horas se guardan en las posiciones 20 a 29 de la EEPROM
    hora = now.hour();
    EEPROM.write(DirMemoGuardoH, hora);

    if(DirMemoGuardoH < 30)
    {
        hora = now.hour();
        EEPROM.write(DirMemoGuardoH, hora);
        DirMemoGuardoH++;
    }
    else
    {
        DirMemoGuardoH = 20;
    }
    return DirMemoGuardoH;
}
//*****//

//*****//
//Funcion correspondiente a obtener y guardar la hora //
//*****//
int ObtenerMinutos()
{

```

```

// Obtiene la fecha y hora del RTC
DateTime now = RTC.now();

//Guardamos el dato en la memoria
//Los minutos se guardan en las posiciones 0 a 9 de la EEPROM
minutos = now.minute();
EEPROM.write(DirMemoGuardoM, minutos);
if(DirMemoGuardoM < 10)
{
    minutos = now.minute();
    EEPROM.write(DirMemoGuardoM, minutos);
    DirMemoGuardoM++;
}
else
{
    DirMemoGuardoM = 0;
}
return DirMemoGuardoM;
}

//*****//

//*****//
//Función correspondiente al cálculo de la media de las horas //
//*****//

int CalcMediaHoras()
{
    for(DirMemoLeoH = 20; DirMemoLeoH <= 29;DirMemoLeoH++)
    {
        //Leer los valores de la memoria y procesar los datos
        valuehora = EEPROM.read(DirMemoLeoH);
        resultadohora += valuehora;
    }

    MediaHora = resultadohora/10;
    return MediaHora;
}

//*****//

```

```

//*****//
//Función correspondiente al cálculo de la media de los minutos //
//*****//
int CalcMediaMinutos()
{
    for(DirMemoLeoM = 0; DirMemoLeoM <= 9;DirMemoLeoM++)
    {
        //Leer los valores de la memoria y procesar los datos
        value = EEPROM.read(DirMemoLeoM);
        resultado += value;
    }

    MediaMin = resultado/10;
    return MediaMin;
}
//*****//

//*****//
//Función que llamamos si se detecta movimiento //
//*****//
void PersonaDetectada()
{
    //Leer el valor de la LDR
    valorLDR = analogRead(pinLDR);

    if (valorLDR >= 900)
    {
        for(int i = 0; i <= 5; i++)
        {
            LucesRojasOn();
            LucesOff();
        }
    }

    RecepcionInfrarroja();
    if (pirState == LOW)
    {
        // Sacamos información por el Monitor Serial
        Serial.println("Movimiento detectado!");
    }
}

```

```

    pirState = HIGH;
}
}

//*****//

//*****//

//Función que llamamos si no se detecta movimiento //
//*****//

void PersonaNoDetectada()
{
    analogWrite(redPin,255);
    analogWrite(greenPin,255);
    analogWrite(bluePin,255);

    if (pirState == HIGH)
    {
        // Sacamos información por el Monitor Serial
        Serial.println("Deteccion terminada!");
        pirState = LOW;
    }
}

//*****//

//*****//

//Todas luces apagadas //
//*****//

void LucesOff()
{
    analogWrite(redPin,255);
    analogWrite(greenPin,255);
    analogWrite(bluePin,255);
    delay(500);
}

//*****//

//*****//

//Aviso luminoso para apagar la luz //
//*****//

```

```

//Encendido de luces tono rojo
void LucesRojasOn()
{
    analogWrite(redPin,0);
    analogWrite(greenPin,255);
    analogWrite(bluePin,255);
    delay(500);
}

//*****//
//Funcion correspondiente a la situación 1 //
//*****//
//Encendido de luces tono azul
void LucesAzulOn()
{
    analogWrite(redPin,255);
    analogWrite(greenPin,255);
    analogWrite(bluePin,0);
    delay(1000);
    segundos--;
}

//*****//

//*****//
//Funcion que se activa si hay algún dispositivo encendido //
//*****//
//Encendido de luces tono verde
void LucesVerdesOn()
{
    analogWrite(redPin,255);
    analogWrite(greenPin,0);
    analogWrite(bluePin,255);

    delay (500);
}

//*****//

//*****//

```

```

//Funcion correspondiente a la situación 2
//*****//
//Activación de la melodía
//Recorre la cadena de notas declarada inicialmente
void FuncionMelodia()
{
    for (int thisNote = 0; thisNote <= 8; thisNote++)
    {
        //Aseguramos que mientras suenan las notas siga funcionando el pulsador
        if (digitalRead(Pul) == HIGH)
        {
            delay (10);
            cont1++;
            cont1 = 3;
        }
        else
        {
            //Duración de las notas
            int noteDuration = 1000/noteDurations[thisNote];
            //Sonido de la nota
            tone(7, melody[thisNote],noteDuration);
            //Separar las notas
            int pauseBetweenNotes = noteDuration * 1.30;
            delay(pauseBetweenNotes);
            //Deja de sonar
            noTone(7);
        }
    }
    segundos--; //Tiempo a restar en melodía
    segundos--;
    segundos--;
}
//*****//

//*****//
//Función de alarma
//*****//
//Aviso de la hora de dormir

```

```

void FuncionAlarma()
{
    // Obtiene la fecha y hora del RTC
    DateTime now = RTC.now();
    if(now.minute() == MediaMin)
    {
        if(aux == false)
        {
            for(i = 0; i = 10 ;i++)
            {
                LucesRojasOn();
                analogWrite(7,255/)
            }
        }
        aux = false;
    }
}

//*****//
//*****//
//Leemos si emiten los sensores de otros dispositivos //
//*****//

int RecepcionInfrarroja()
{
    unsigned long bajo[nb];
    unsigned long alto[nb];
    if (pulseIn(ir_pin, HIGH))
    {
        for (int i=0; i<nb; i++)
        {
            alto[i]=0;
            bajo[i]=0;
        }

        digitalWrite(ledPin1, LOW); //Ok, estoy listo para recibir

        //while(pulseIn(ir_pin, HIGH) < start_bit) { } //Espera hasta que llegue
un bit de inicio

        for(int i=0; i<nb; i++) alto[i] = pulseIn(ir_pin, HIGH); //obtengo los
tiempos altos

        for(int i=0; i<nb; i++) bajo[i] = pulseIn(ir_pin, LOW); //obtengo los
tiempos bajos

```

```
for(int i = 0; i <= 5; i++)  
{  
    LucesVerdesOn();  
    LucesOff();  
}  
}  
}
```

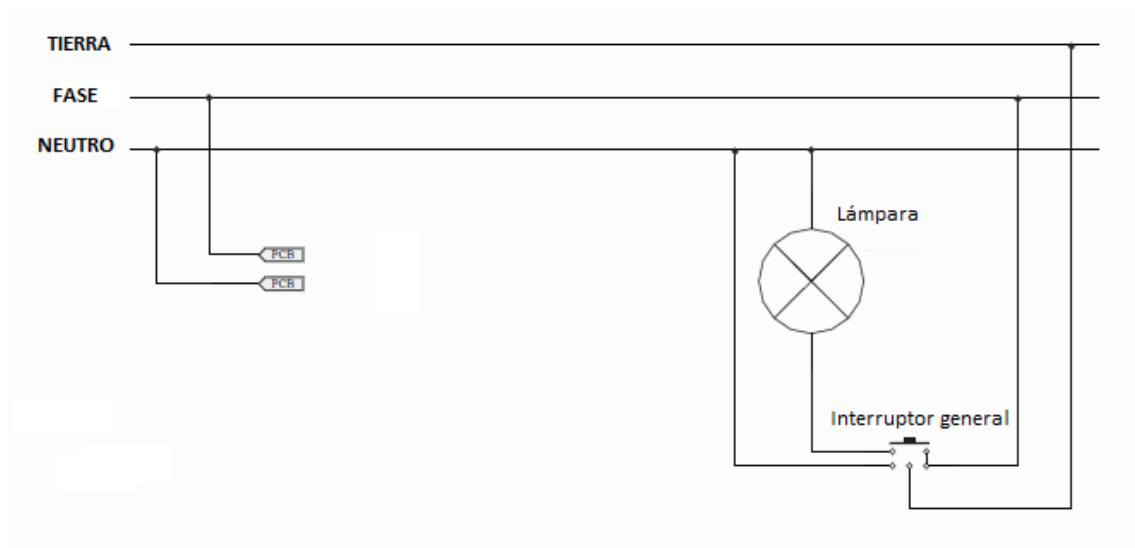


## Anexo IV. Planos

En este punto se muestran los distintos planos creados para la conexión y el funcionamiento del producto.

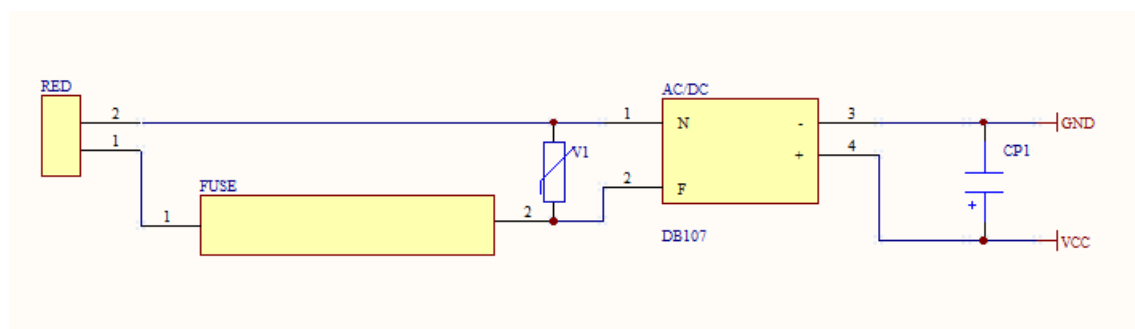
### Conexión a la Red

La placa se alimenta directamente desde la red. El interruptor general se acoplará encima de la PCB. Su acción se ejecuta presionando la barriga del producto.

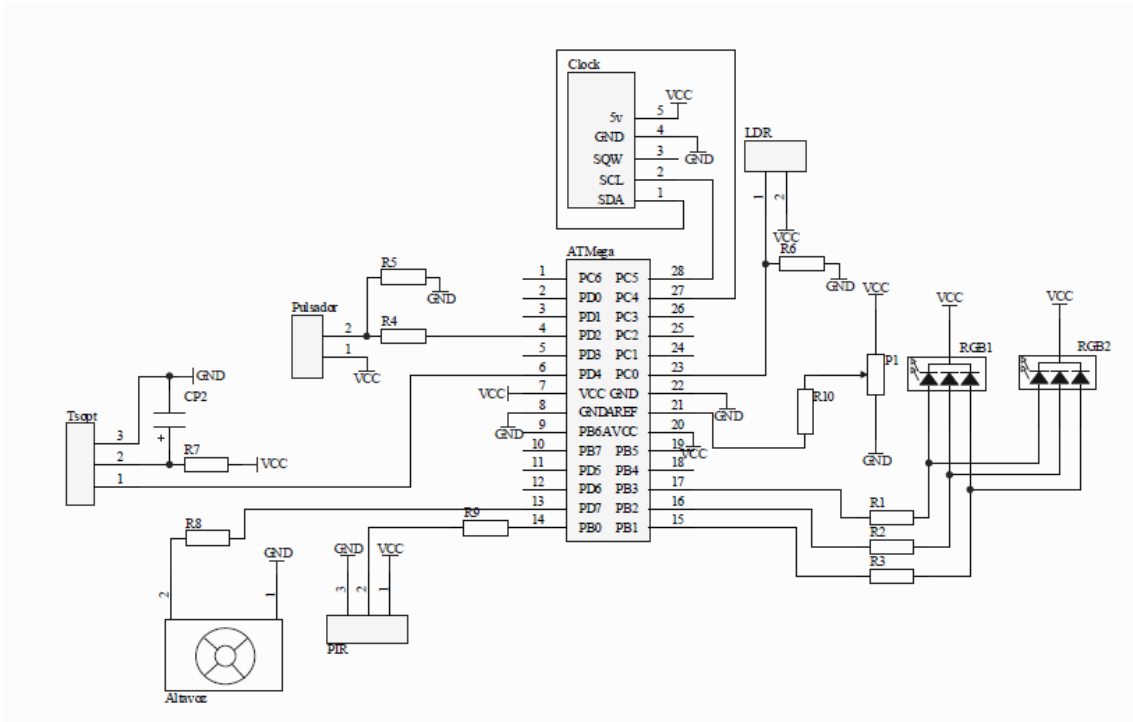


### Alimentación

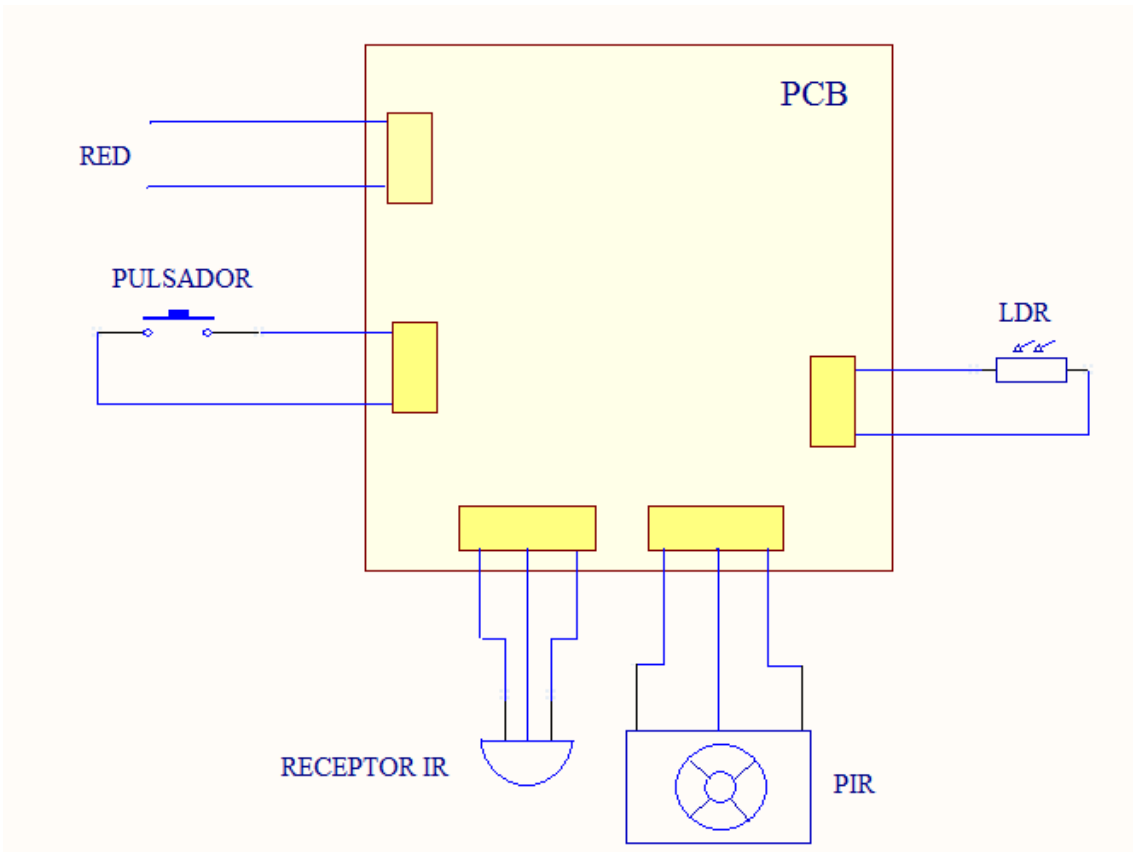
La alimentación de la placa se realiza mediante una pequeña fuente conmutada [Anexo VI] y sus correspondientes componentes de protección, fusible, varistor y condensador.



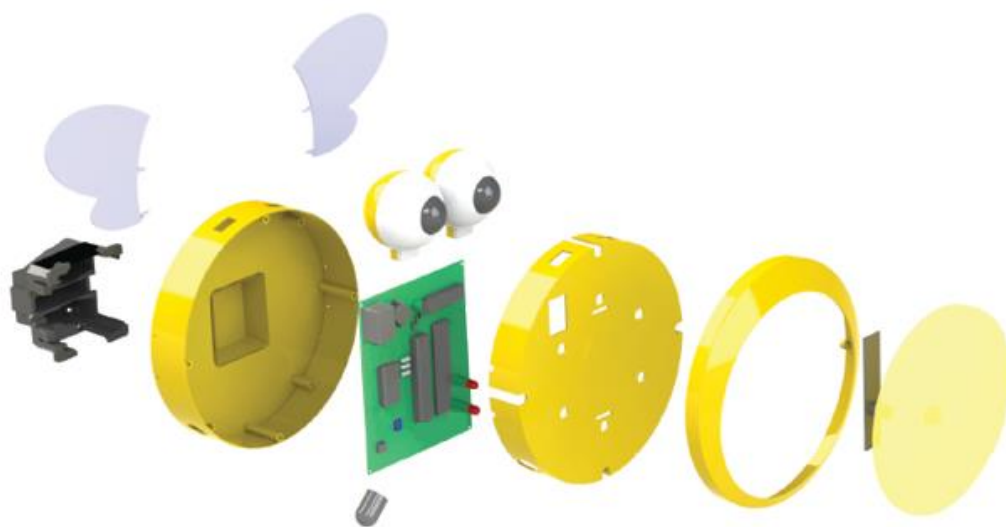
## Plano del esquemático



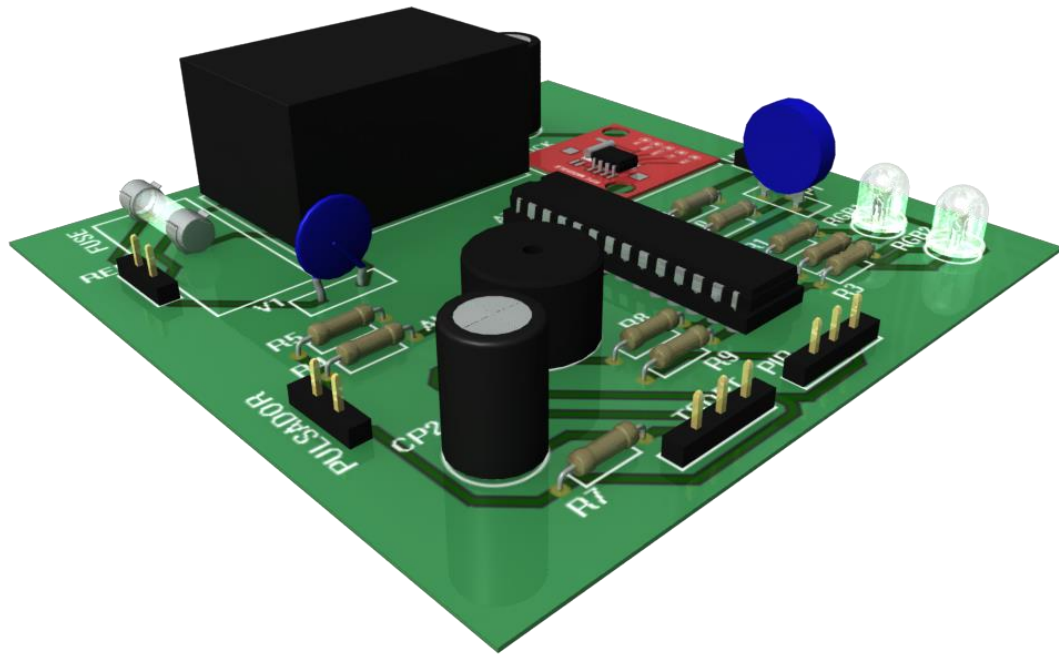
## Interconexión de componentes a la PCB



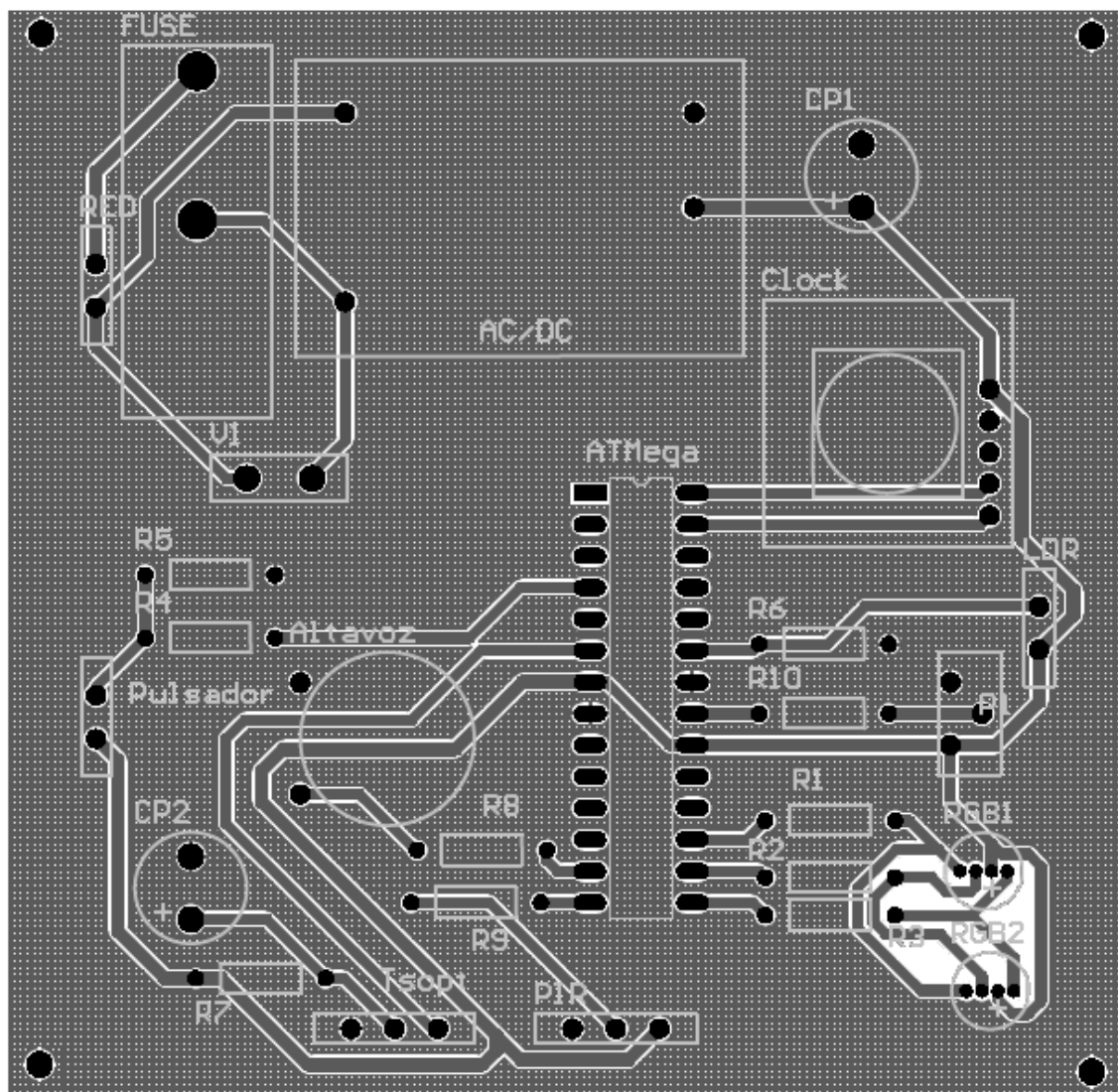
Plano espacial



## Plano PCB 3D



## Plano PCB



# Proyecto de Diseño

## Producto electrónico

### Grupo 11

Alejandra Lahoz Benito  
Isabel Lozano Puñet  
Eduardo López Espolio  
Paz Hernando Larroy



Ingeniería de Diseño Industrial  
y Desarrollo de Producto  
Universidad de Zaragoza



Proyecto de diseño que persigue el desarrollo de un nuevo dispositivo electrónico cuya misión es concienciar al usuario de la reducción del consumo energético.

Desarrollado por:

Alejandro Lahoz Benito  
Isabel Lozano Pufet  
Eduardo López Espallo  
Paz Hernando Larroy

Universidad de Zaragoza



## cero

cero.1 Objetivo.....	5
cero.2 Planificación.....	7

## uno

uno.1 <b>Concienciación de ahorro de energía</b>	
Campañas.....	11
El cambio de los hábitos de consumo.....	12
uno.2 <b>Análisis de usuarios</b>	
Concienciado-No Concienciados.....	13
Rango de edad.....	15
uno.3 <b>Entorno y frecuencia de uso</b>	
Frecuencia de uso de electrodomésticos.....	18
uno.4 <b>Consumo energético</b>	
Electrodomésticos que más consumen.....	19
uno.4 <b>Estudio de mercado</b>	
Productos existentes.....	21
Conceptos de diseñadores.....	24
uno.5 <b>Conclusiones y problemas</b> .....	25

## dos

dos.1 <b>Conceptos</b> .....	31
dos.2 <b>Elección y justificación</b>	
Elección.....	37
Descripción del concepto.....	38
dos.3 <b>Especificaciones de producto</b> .....	39

## índ

# tres

tres.1 Evolución del producto .....	43
tres.2 Funciones .....	47
tres.3 Usuario y entorno .....	49
tres.4 Secuencia de uso .....	51
tres.5 Forma y estructura .....	55
tres.6 Ergonomía y dimensiones .....	57
tres.7 Materiales y fabricación .....	59
tres.8 Componentes electrónicos .....	61

ice

# cuatro

cuatro.1 Presentación del producto .....	69
cuatro.2 Motivación de compra y éxito .....	73
cuatro.3 Maqueta .....	75



# cero

Se iniciará el proyecto presentando una introducción y metodología describiendo el qué se va a desarrollar y cómo se llevará a cabo. Tras esto, se recogerán en la planificación, las fechas, hitos, plazos... del proyecto.

## Objetivo

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo aprovechamiento en un entorno de uso definido y de moda que tenga una identidad que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

El entorno de uso puede ser muy variado e incluir entornos públicos, privados, domésticos, laborales, profesionales, aficionados, etc. El producto a diseñar puede incluir todas las funciones necesarias para la consecución del beneficio principal, y/o funcionar en relación a otros equipos.

## intro



# uno

Se comenzará esta primera fase realizando un análisis en profundidad de la tecnología, las posibles tipologías de producto, los tipos de entorno, situaciones de uso y usuarios, así como de las posibles funciones a desarrollar por el producto y su utilidad para el usuario,

tratando de conseguir conclusiones que produzcan conceptos creativos, alternativos e innovadores, máxime considerando que el sector al que se destina el producto es emergente y sometido a una rápida evolución.



## Análisis de usuario

Teniendo en cuenta el tipo de dispositivo a diseñar, distinguimos dos clasificaciones diferentes de perfiles de usuario:

- En función de si están concienciados con el respeto al medioambiente y el nivel adquisitivo que tienen.
- En función de la edad.



## Análisis de usuario

### Concienciado - No concienciado

La distinción entre una persona que está concienciada y otra que no es importante ya que los objetivos que cada una persigue son distintos, y es necesario tenerlos presentes.

• **Concienciado:** persona que está comprometida con el objetivo de preservar el medioambiente, y realiza diversas tareas con dicho fin.

• **No concienciado:** persona que, por el contrario, no tiene esa inquietud (bien porque no le interesa, bien porque no tiene tiempo para hacer nada).

#### Nivel económico bajo

#### Nivel económico alto

#### Concienciado

- Su objetivo es el de preservar el medio ambiente.
- Su gasto es relativamente reducido, así que el derroche es menor también.

- Su objetivo es el de preservar el medio ambiente.
- Dado que tiene un gasto más elevado, puede hacer más cosas por no derrochar.

#### No Concienciado

- La motivación económica es importante: su principal objetivo sería ahorrar el máximo posible.

- El dinero no sería un problema, aunque bien es cierto que el ahorro en este caso podría suponer una cantidad importante.

## Análisis de usuario

### Rango de edad

#### Niños: 0 a 12 años

- No tienen conciencia de ahorro.
- Saben que tienen que cuidar el medioambiente, pero no asocian este concepto con el de ahorrar energía.
- Dependen mucho del adulto.
- No tienen un conocimiento avanzado de la tecnología, pero aprenden con rapidez.

#### Adolescentes: 13 a 18 años

- No tienen conciencia de ahorro, o no tan arraigada como los grupos de mayor edad.
- Pueden tener cierta inquietud por la conservación del medio ambiente.
- Tienen un conocimiento de la tecnología más avanzado que los niños.

#### Jóvenes: 18 a 30 años

- Tienen una conciencia de ahorro más desarrollada, y es el grupo que más se preocupa por la preservación del medio ambiente.
- Tienen menos tiempo que los grupos anteriores.
- La responsabilidad de este grupo con las tareas del hogar es mayor.
- Es el grupo que tiene un mayor conocimiento de las tecnologías disponibles.

#### Adultos: 31 a 65 años

- De vida más estable, su principal preocupación es el ahorro económico, la conservación del medioambiente es importante pero está en segundo plano.
- Es el grupo con más responsabilidad en las tareas del hogar y con menos tiempo para aplicar medidas de ahorro.
- Tiene un conocimiento más o menos completo de la tecnología disponible.

Foto UNO | Análisis de usuario



## Análisis de usuario

### Rango de edad

#### Ancianos: más de 65 años

- Su prioridad es el ahorro más que la preservación medioambiental.
- No tienen acceso y/o conocimiento de la tecnología existente.
- Por otro lado, a menudo sus hábitos de limpieza están desarraigados de la tecnología (tienen tendencia a lavar prendas a mano, no tienen lavavajillas... etc).



Foto UNO | Análisis de usuario

## Entorno y frecuencia de uso



### Familia de 4 personas

Lavadora  
Lavavajillas  
Horno  
Televisor  
Microondas  
Placa vitrocerámica

### Frecuencia

8/10 veces por semana  
1 vez / día  
1 vez / semana  
6h / entre semana y 8h / fin de semana  
20 veces x 1 min / día  
1h 30' / día

### Horario / Programa

Por el día / Programa corto  
Por la noche / Programa corto

### Climatización

Aire acondicionado  
Calefacción

### Horario activo

16h a 21h  
14h a 21h  
Noches

### Temperatura

24°C  
24°C  
19°C



## Consumo energético



### Electrodomésticos que más gastan

#### LAVADORA

Entre 1.000 y 1.500 vatios por hora en un programa de agua caliente. Si se lava con un programa de agua fría el consumo se reduce de forma significativa (entre 200 y 400 vatios/hora).

#### LAVAVAJILLAS

Entre 1.000 y 1.500 vatios por hora.

#### SECADORA

Entre 2.000 y 4.000 vatios/hora.

#### HORNO

Entre 1.000 y 3.000 vatios/hora.

#### VITROCERÁMICA

Desde 5.000 a 8.000 vatios por hora. Esto es si se enciende a la máxima potencia los cuatro fuegos.

#### CAMPANA DE EXTRACCIÓN

Entre 1.000 y 1.500 vatios/hora.

#### FRIGORÍFICO

Entre 200 y 300 vatios. Es de los electrodomésticos que menos consumen por hora, sin embargo, está permanentemente en funcionamiento.

#### TELEVISOR

1,3 vatios por hora encendida y 1 vatio por hora apagada. El consumo de un DVD es similar.

#### LUZ

Depende del número de bombillas de un hogar. Cada bombilla suele ser de unos 40 vatios y los fluorescentes tienen unos 80 vatios. Como no siempre están todas encendidas, el consumo medio se sitúa entre 200 y 300 vatios.



## Estudio de mercado



Actualmente, cada vez más se están popularizando el uso de medidores electrónicos personal de consumo eléctrico. Dispositivos que informan del consumo cotidiano de forma más rápida y barata. Proporciona una información más fiable que otras técnicas utilizadas en el pasado, basadas generalmente en la contrastación estadística de datos a posteriori.

El medidor de consumo energético personal puede traer consigo la revolución pendiente, simplemente con la puesta a disposición de usuarios y responsables de los datos de consumo en tiempo real.

Existen en el mercado diferentes dispositivos, desde los más básicos que informan simplemente del consumo, hasta otros que además de realizar esta función muestran algún tipo de información adicional, como una transformación y comparación de la información en datos cotidianos o emitiendo señales visuales, permitiendo llegar al usuario de una forma más directa.

### Wattson Home Energy Meter

Este dispositivo, es capaz de medir y calcular la cantidad de energía que se gasta en el hogar, oficina o empresa, o de un determinado electrodoméstico.

Funciona con un transmisor que no debe estar a más de 30 metros del mismo y sirve para determinar el consumo diario. El producto presenta una estética muy cuidada midiendo la energía en números luminosos y colores cambiantes.



Incluso puede almacenar en un historial, la cantidad de energía que se ha gastado durante 4 semanas.

Dicho historial se puede inclusive guardar en un ordenador gracias a un software especial que incluye el producto. (Precio: 125€)



## Estudio de mercado



### Efergy eSocket

Monitor de consumo individual. Permite saber el consumo energético de un electrodoméstico determinado. Se conecta directamente a un enchufe y te permiten conectar los aparatos de los que quieres hacer el seguimiento a su propio enchufe. De esta manera puedes ver cuanto consume un aparato o un grupo de aparatos o electrodomésticos.

Es muy útil si se quiere conocer el consumo particular de algún aparato y es la mejor forma también de identificar los consumos de los electrodomésticos en stand-by.



### The Owl CM 119

Dispositivo para hacer un seguimiento global de todo el consumo de forma permanente. Esta compuesto de 2 partes:

Un sensor que se instala en el cuadro eléctrico de tu casa u oficina y que captura el consumo y lo envía a un monitor de sobremesa. Al estar conectados el cuadro eléctrico pueden registrar todo el consumo de casa por lo que puedes hacer un seguimiento del consumo real a lo largo del tiempo o verificar el consumo en momentos determinados.



## Estudio de mercado

### Monitor ENVI

Gestor energético diseñado para observar fácilmente el consumo eléctrico en tiempo real. En la pantalla se puede observar también cómo varía el consumo al encender o apagar una aplicación como un electrodoméstico o una bombilla y cómo afecta a su coste en euros al cabo de un día, semana o mes.



### Monitor Energético OWL

Dispositivo que recoge la información sobre el consumo energético general de una forma similar a los anteriores productos. Este producto destaca por la posibilidad de transmitir los datos a un ordenador para realizar un seguimiento más exhaustivo y cómodo y almacenarlos en ordenador personal.



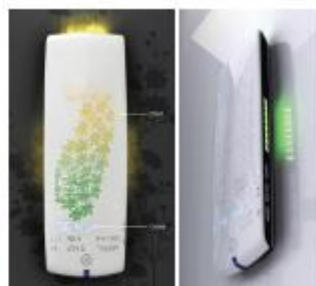
## Estudio de mercado Conceptos de diseñadores

El sistema inalámbrico EnergyMate monitoriza el consumo de gas, agua y electricidad en el hogar, en tiempo real, lo que permite al usuario tomar el control de su consumo de energía. Un conjunto de sensores alrededor de la casa recoge la información del uso y la transmite a la unidad de visualización, donde se convierte en cifras significativas, como el gasto económico y la expulsión de CO<sub>2</sub> producida.



Purdy se trata de un dispositivo sencillo que muestra las estadísticas sobre el consumo de energía y calcula su factura de electricidad actual.

Además de esto, aporta información visual. El panel frontal está cargado de LEDs que forman un patrón floral. Cuanta más energía se utiliza, más luz se emitirá, como si las flores estuviesen creciendo.



Oei es una pantalla OLED táctil que funciona como interruptor de la luz y que representa con sencillos y atractivos gráficos y dibujos el consumo de energía.

La pantalla del dispositivo lo convierte lo hace muy interactivo y las animaciones y gráficos ayudan a controlar el gasto diario de energía eléctrica de una manera sencilla y atractiva.



## Conclusiones y problemas detectados



Una exhaustiva fase de información y análisis de la misma nos ha permitido sacar una serie de conclusiones que servirán para el adecuado desarrollo de nuestro proyecto.

- El frigorífico es el electrodoméstico que más energía consume, alrededor de un 30 % del total. Esto es debido, entre otros motivos, a que es el único que está permanentemente encendido.
- En referencia a la lavadora, gasta alrededor del 12 % del consumo total. Existe una diferencia notable de consumo energético entre llevar a cabo la tarea con agua fría o agua caliente. Esto se verá reflejado en el precio de la correspondiente factura de electricidad.
- El Stand By es el tercer dispositivo eléctrico que más consume de la casa, aproximadamente el 10% del total.

Existen numerosas campañas publicitarias de concienciación sobre el ahorro energético, reciclaje y cuidado del medio ambiente. Sin embargo, es evidente que son poco efectivas y no se traducen en los resultados esperados. Implican un cambio de hábito en la población que, en muchas ocasiones, resulta difícil de inculcar pues están hechos a una rutina.

En cuanto a los dispositivos existentes, se observa que simplemente se limitan a informar de datos. En general, no cuidan su estética.

Una persona concienciada con la preservación del medio ambiente tiene distintos objetivos que una que no lo está: en el caso de la segunda, su prioridad es el ahorro económico.

En cuanto a los grupos de edad, jóvenes, adultos y ancianos son los que más se preocupan por el ahorro económico.

Con respecto a la conciencia ecológica, los más preocupados son los jóvenes, y en menor medida, los adultos. De la misma forma, los grupos que más utilizan los electrodomésticos que nos ocupan son jóvenes y adultos, ya que los ancianos tienen costumbres más arraigadas.

Los niños no están concienciados porque no saben qué es importante. Hay que educarlos en el ahorro, con vistas al futuro, acostumbrarles a usar los electrodomésticos de una determinada manera.

## Conclusiones y problemas detectados



Gracias al análisis de la información y las conclusiones obtenidas hemos detectado una serie de problemas que tendremos en cuenta para el diseño de un nuevo dispositivo.

- El frigorífico es el electrodoméstico que más energía consume.
- Elevado consumo del Stand By para la consideración que se le tiene. No se ha comunicado suficiente sobre él.
- Numerosas campañas de concienciación pero poco efectivas.
- Las rutinas de la población son muy arraigadas, es difícil cambiarlas.
- Los usuarios cambian sus hábitos por motivos económicos, no por la mejora del medio ambiente y el futuro de la población. Ahorran por necesidad (crisis general o caso particular).

Poca concienciación a los más pequeños, lo que supone un problema para generaciones futuras.

Las personas mayores no están concienciadas, están acostumbrados a hacer las cosas de una determinada manera y no están dispuestos o en condiciones de cambiar.

Los productos existentes simplemente comunican datos, no proponen ideas sobre cómo podrían ahorrar.

Además, estos son poco comunicativos, utilizan un lenguaje difícil de comprender para una gran parte de la población.

Resultan caros para el valor que le da el usuario, se supone que el objetivo es ahorrar.

# dos

Durante esta segunda fase, se obtendrán diferentes ideas de conceptos de producto mediante procesos creativos. A partir de estas ideas se seleccionarán las de mayor potencial y se desarrollarán para presentárselas al cliente.

Tras la evaluación de los conceptos y selección de uno de ellos por parte del cliente, se elaborarán una serie de especificaciones de producto que deberá cumplir y que servirán de base para el desarrollo del proyecto.



## Concepto 1

## Concienciación y ahorro StandBy **ByOff**



- Control del equipamiento eléctrico del hogar.
- Conciencia sobre el ahorro en el consumo del StandBy.
- Mando para el ON/OFF a distancia de las regletas de la vivienda.

### Componentes

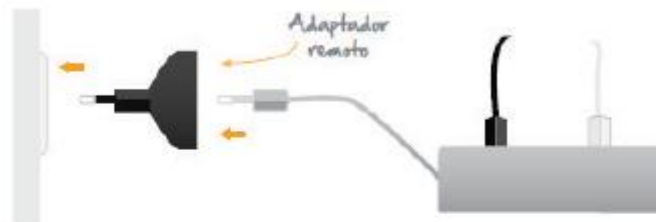
Emisor y Receptores RF  
Apagado eléc.-mecánico con relé  
Visualizadores LED  
Pulsadores  
Pantalla LCD (para el mando)





## Concepto 1

## Concienciación y ahorro StandBy ByOff



1 Conectar cada una de las regletas de la vivienda a uno de los enchufes reguladores.



2 Sincronizar y encender con el mando las regletas.



3 Al acabar el día, apagar las regletas con el mando.



4 Al día siguiente, al encender se mostrará el ahorro.

## Concepto 2

## Concienciación en los niños L-Kid



### Componentes

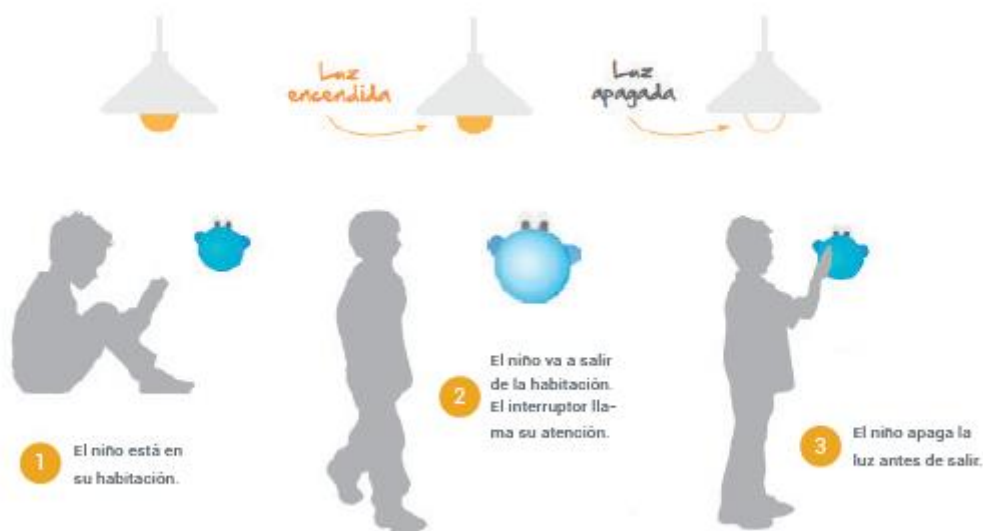
Sensor de presencia o movimiento  
Microcontrolador  
Iluminación LED RGB/LEDs de colores  
Transformador  
Resistencias, condensadores,...

- Interruptor que enseña al niño a apagar la luz al salir de su cuarto.
- Detección de proximidad cuando va a salir de la habitación.
- El interruptor se enciende y llama su atención al salir.



## Concepto 2

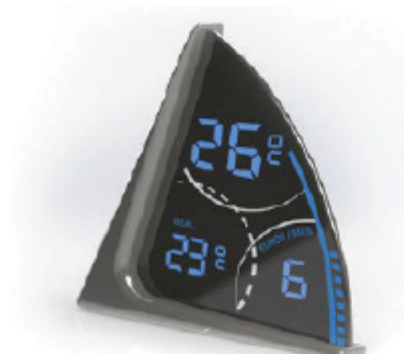
## Concienciación en los niños **L-Kid**



## Concepto 3

## **EcoBoomerang**

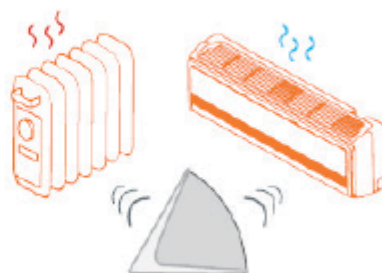
### Concienciación y ahorro Climatización



#### Componentes

Pantalla/s LCD  
Sensor medir temperatura termopar  
Microcontrolador  
Interruptor 3 posiciones  
Circuitería

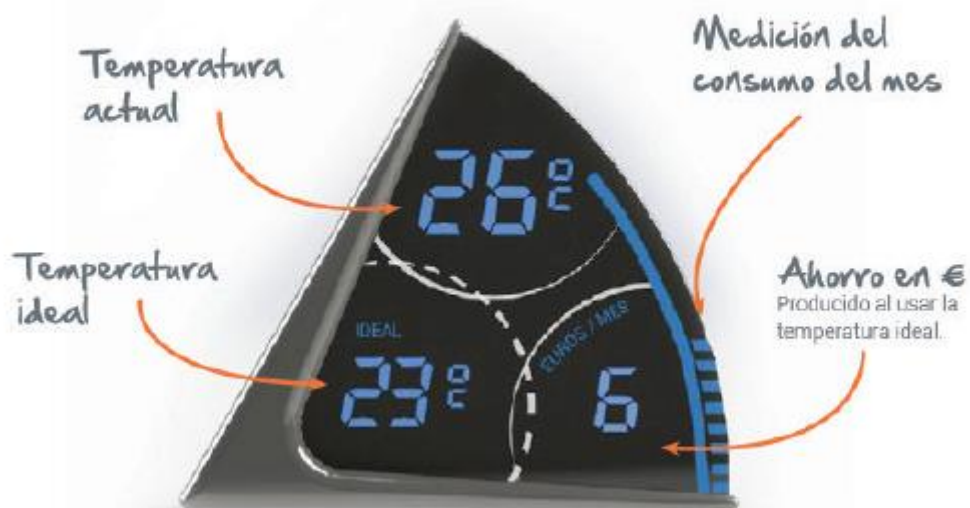
- Recomendación de temperatura ideal ahorro-confort.
- Cálculo del ahorro, en €, con el uso de la temperatura ideal.
- Funcionamiento en calefacción y aire acondicionado.



### Concepto 3

## EcoBoomerang

Concienciación y ahorro Climatización



## tres

Durante esta tercera fase se presentará todo el desarrollo del producto realizado. En primer lugar, se mostrará la evolución que ha seguido el producto. Se analizarán y explicarán todas sus funciones, los usuarios y entornos a los que va dirigido y su secuencia

de uso. Posteriormente se analizará y justificará su estructura final y se especificarán sus aspectos ergonómicos y dimensiones. Finalmente se determinarán los componentes electrónicos que incorpora y los materiales y procesos de fabricación.



## Evolución de producto

### Desarrollo formal

Puesto que el producto a diseñar está orientado a niños, éste debe estar integrado por formas orgánicas y redondeadas, de tal manera que no comprometa la seguridad del niño. Fundamentalmente por eso, L-Kid tiene forma circular, y el interruptor es un pulsador de un material flexible y translúcido, que al niño le transmita una sensación agradable al pulsar y además permita que pase la luz de los LEDs.

Por su forma y por tratarse de un producto para niños, se pensó en la posibilidad de crear un personaje, y que el interruptor propiamente dicho fuera la "barriga" del personaje. En un primer momento se creó un personaje abstracto, únicamente constituido por el círculo central, que sería el cuerpo, y dos ojos saltones y dos manos; más tarde se pensó en buscar inspiración en el mundo animal, para que al niño le resultara más familiar y surgió la idea de que el interruptor fuera una abeja.

El resultado es un producto atractivo y seguro para los niños, y formalmente diferente a todos los interruptores del mercado.

Por otro lado, el código de color utilizado incluye tonos vivos, cálidos, que se asemejan a los colores propios del animal que se intenta emular, y que transmitan al niño sensación de alegría y energía.

#### Elementos del producto:

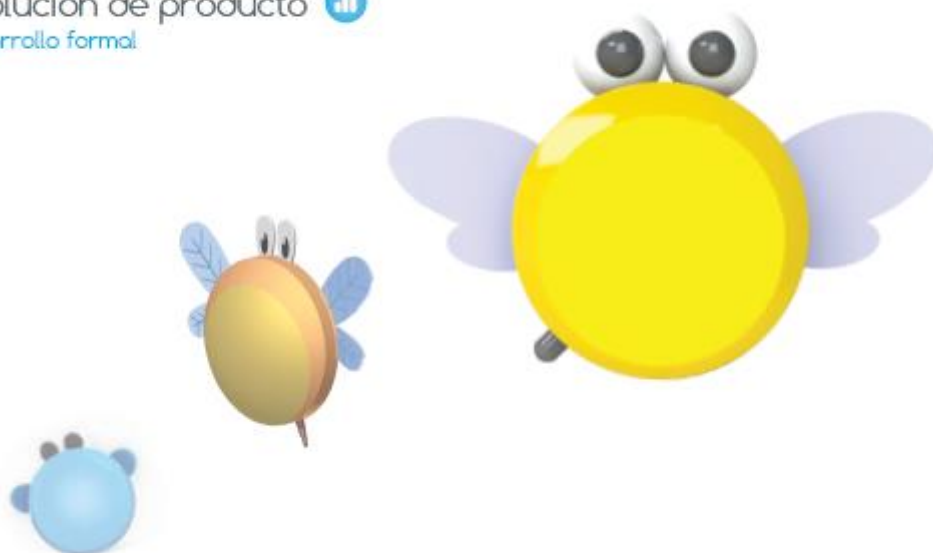
- Cuerpo, con la barriga como interruptor.
- Los ojos saltones, en los que se colocaría el sensor de movimiento.
- Las alas, simplemente decorativas.
- El agujón, que activa el modo noche.

Por otro lado, una de las máximas del buen diseño que queremos respetar es que la forma del producto debe seguir a la función. Esto significa que el desarrollo formal no tiene que ver únicamente con que el producto al final resulte estéticamente atractivo, sino que todos los componentes internos deben de estar alojados de manera óptima para que el dispositivo cumpla con su misión. Es decir hay que diseñar la forma del producto tanto por el exterior como por el interior.

Además, hay que tener en cuenta que al ser un dispositivo electrónico tendrá que ir conectado a la red, lo cual repercuta en el diseño de la carcasa.

## Evolución de producto

### Desarrollo formal



## Usuario y entorno

### Usuario

Finalmente el usuario al que irá dirigido el producto es un niño de 4 años en adelante. Este tipo de dispositivo está pensado para los niños que empiezan a tener un poco más de autonomía de sus padres, pudiendo estar jugando en otra habitación sin la supervisión de éstos. También coincide con el inicio de que el niño empieza a ser más consciente sobre sus actos y comienza a ser más responsable y a recordar rutinas y hábitos.

En el momento que el niño utiliza el producto, es demasiado pequeño para mostrarle datos tanto gráficos (tablas), como escritos, ya que a esta edad, están comenzando a conocer el alfabeto. Por tanto, el producto ha de ser muy intuitivo, y la relación con el hábito de apagar la luz tiene que mostrarse de alguna forma que el niño a esa corta edad pueda entender, como señales visuales (luces), acústicas o de movimiento. Además, no tiene que mostrar ningún tipo de esfuerzo en cuanto a entendimiento, ya que a esa edad los niños no razonan todavía.

Este producto servirá para crearle un hábito de forma inconsciente y ayudar así al ahorro energético de la casa. Además, de que una vez que adquiera este hábito, lo tendrá presente para todo el resto de su vida.

Este usuario será el beneficiario, pero también hay que tener presente el usuario comprador, ya que será el que se interese por el producto y lo compre. En este caso, el usuario comprador serán los padres.

Cuando los padres vean el producto encontrarán que es un dispositivo sencillo, útil y que además crea buenos valores y hábitos sin esfuerzo por parte de éstos (no solo crea el hábito de apagar la luz, sino que también tiene luz de noche). Además de esto, tiene una instalación sencilla y cómoda.

### Entorno

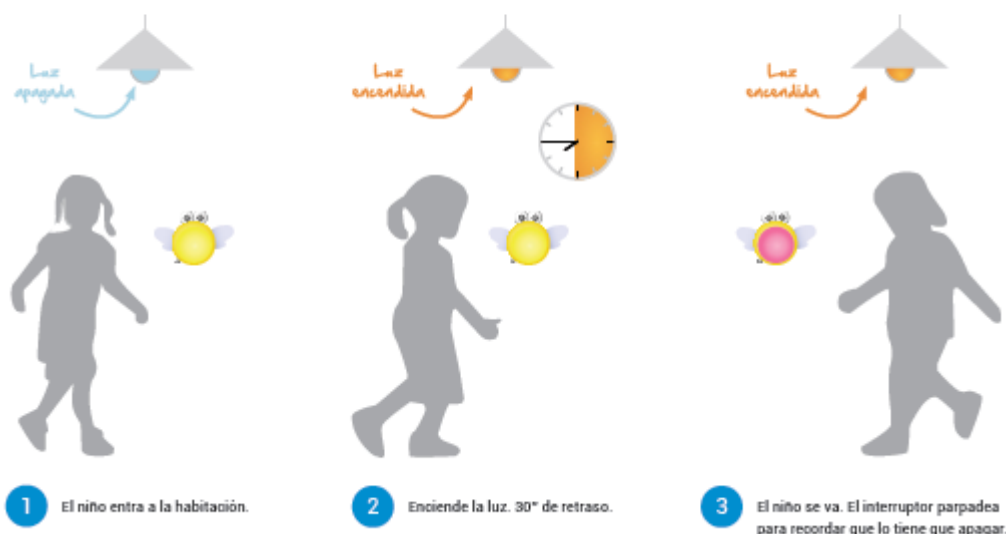
El entorno destinado a instalar el producto es dentro de la habitación del niño, donde él juega y duerme. El lugar de instalación sería en el interruptor que tiene el espacio.

En cuanto a agentes climáticos externos, no habrá cambios bruscos, ya que se sitúa dentro de la vivienda, donde no hay lluvia ni viento (entre otras cosas). Además, el tipo de habitación donde se pone no sufre tantos impactos como podría ser la cocina, donde hay que contar con el contacto de la comida, aceites, agua...

Es decir, el lugar donde se situará el interruptor no sufrirá ni grandes impactos ni cambios bruscos de temperatura, por lo que el tipo de material que se usará no será tan exigente como podrían ser lo que tienen que estar en el exterior.

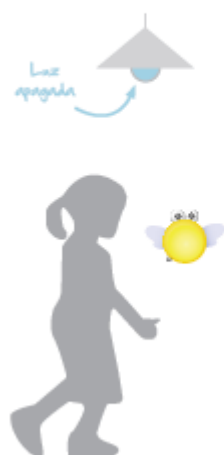
## Secuencia de uso

### Situación principal



## Secuencia de uso

### Luz de noche



- 1 El niño apaga la luz para irse a dormir.



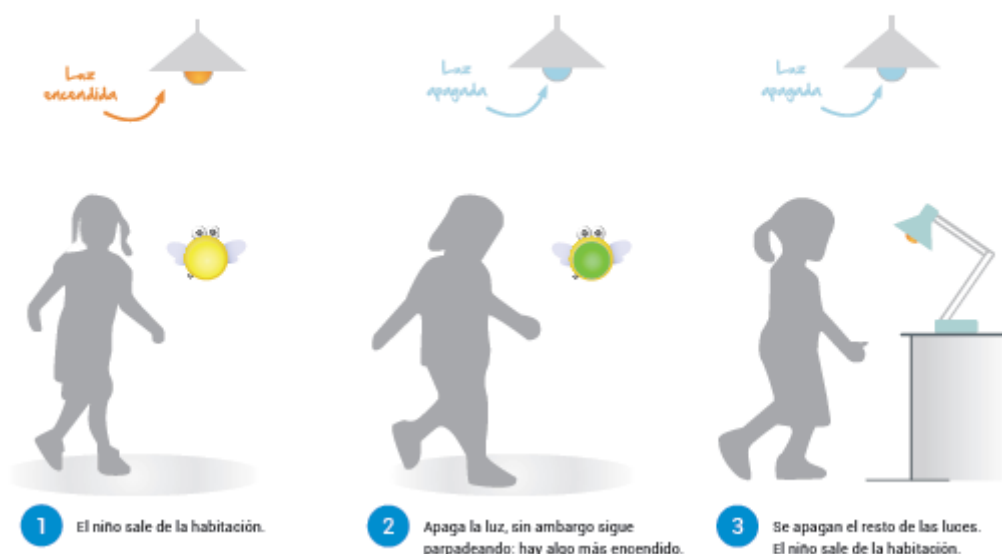
- 2 Presionando el aguijón se activa el modo noche durante 15'. Registro de memoria activado.



- 3 La noche siguiente: llega su hora de dormir y le avisa.

## Secuencia de uso

Hay más dispositivos encendidos



## Forma y estructura

La estructura del interruptor se puede dividir en:

• **Base:** sirve de unión del interruptor con la red. Dentro de esta parte iría la placa y el botón de la función de noche. Además sirve como soporte de otros elementos decorativos como pueden ser las alas y los ojos del producto.

• **Carcasa intermedia:** va integrada dentro de la carcasa, y no se ve a simple vista, pero sirve para fijar algunas partes, como pueden ser los ojos. También hace de soporte para el botón principal de encendido y apagado del dispositivo. Además, es opaca y solo tiene unos agujeros para poder dejar pasar los leds y que estos iluminen el botón.

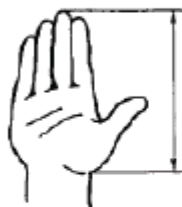
• **Carcasa superior:** sirve para tapar todo el interior del dispositivo, además de terminar la parte superior de forma redondeada junto con el botón. Esta carcasa, iría atornillada a la base mediante tornillos traseros.

• **Elementos externos:** las alas son el único elemento que no tiene función alguna más que decorativa y de afirmar la idea del animal en cuestión. En los ojos irían alojados dos sensores, uno de movimiento y otro como receptor de otro dispositivo. El agujón es un botón que activa el modo noche. Además hay una serie de adaptadores para situarlos entre otros dispositivos electrónicos y la conexión a red y activar la función del avisado para apagarlos.





## Ergonomía y dimensiones



Atendiendo a la edad del usuario que usará el producto, se han estudiado sus medidas antropométricas, que han servido para establecer las dimensiones básicas del producto. En rasgos generales, se tomaron conciencia de dos magnitudes básicas:

- **Anchura de la mano:** 5,1 a 7,3 cm.
- **Largura de la mano:** 10,7 a 15,8 cm.

Otras medidas a considerar podrían ser la altura del niño o su alcance, no obstante el producto se instala en el alojamiento del interruptor, por lo que la altura a la que va instalado ya está fijada.

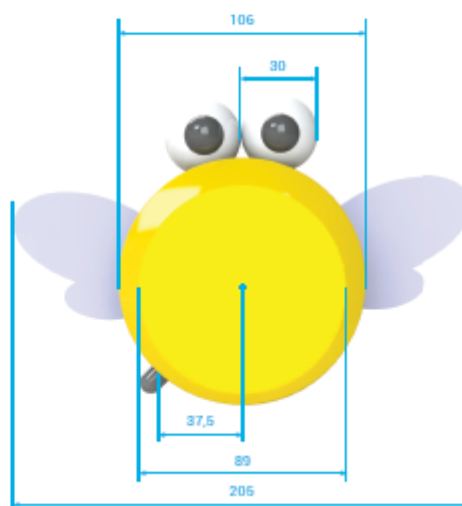
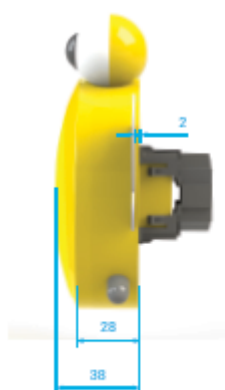
Con estos datos principales y con datos extraídos de tablas antropométricas del rango de edad objetivo (además de tener en cuenta el tamaño de los elementos electrónicos necesarios para su funcionamiento) se dimensionó el dispositivo.

## Ergonomía y dimensiones



### Dimensiones generales:

A continuación se muestran las medidas más representativas del producto. Dimensiones que informan de una forma rápida al usuario comprador sobre el tamaño del producto.







Atendiendo a las necesidades de funciones y prestaciones del producto, a aspectos de seguridad y a aspectos económicos del coste final del producto, se han seleccionado los siguientes materiales y procesos de fabricación para cada uno de sus elementos que lo componen.

## Materiales

El material seleccionado para las diferentes carcasas del cuerpo y ojos del producto es el polipropileno (PP). Para las alas translúcidas se ha optado por el policarbonato. Respecto a la fabricación de estos elementos se ha seleccionado el proceso de moldeo por inyección.

Para la zona blanda y flexible del interruptor se ha seleccionado el PVC elástico. Y como proceso de fabricación se ha optado por el rotomoldeo.

## PVC (tipo elástico)

- Resistente y liviano.
- Gran resistencia mecánica y al impacto.
- Versatilidad (con la adición de aditivos se puede transformar fácilmente según los requerimientos).
- Se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad. Aislante eléctrico.
- Gran longevidad. Es un material excepcionalmente resistente. Los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años.
- Alta seguridad. Debido al cloro que forma parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado.
- Reciclable. Esta característica facilita la re-conversión del PVC en artículos útiles.
- Bajo costo de instalación y prácticamente costo nulo de mantenimiento en su vida útil.

## PC (Policarbonato)

- Material transparente o translúcido.
- Gran resistencia al impacto.
- Gran flexibilidad y ligereza.
- Buen aislante eléctrico
- Económico.
- Alta durabilidad y estabilidad.
- Gran versatilidad en su fabricación.



## PP (Polipropileno)

En concreto el PP copolímero ya que tiene una mayor resistencia al impacto que el homopolímero.

Se ha seleccionado debido a su resistencia al impacto, resistencia a los agentes ambientales y a su resistencia a la deformación sin rotura. Todo ello soluciona las necesidades de uso en entornos exteriores, a los fuertes impactos que sufrirá y a las partes de unión de las patas y cabeza que necesitan un material rígido pero también deformable.

Características del PP :

- Resistencia al impacto y gran estabilidad a la intemperie.
- Se pueden teñir en varios tonos opacos con alto brillo superficial.
- Gran rigidez y dureza.
- Excelente aislante eléctrico.
- Inodoro, insípido e idóneo para productos que puedan entrar en contacto con la boca.

## Otros materiales

Para el resto de elementos, placa electrónica, cables, sensores, carcasa de acoplamiento a la pared, etc. al ser elementos comerciales, el material lo marcará el fabricante del mismo.

## Procesos de fabricación

El **moldeo por inyección** consiste en inyectar el polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío a través de un pequeño orificio. En ese molde el material se solidifica. La pieza se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad moldeada.

Se ha seleccionado este proceso debido a su versatilidad, rapidez de fabricación, capacidad de obtener geometrías complicadas y las piezas moldeadas requieren muy poco acabado.

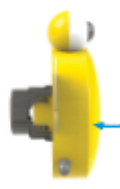
El **rotomoldeo** o moldeo rotacional es un proceso de conformado de productos plásticos en el cual se introduce un polímero en estado líquido o polvo dentro de un molde y éste al girar en dos ejes perpendiculares entre sí, adapta el material a la superficie del molde creando piezas huecas.



**PP (Polipropileno)**  
Moldeo por inyección



**PC (Policarbonato)**  
Moldeo por inyección



**PVC (Elástico)**  
Rotomoldeo

# cuatro

Esta última fase estará dedicada a la presentación del producto final. Se analizará la estrategia comercial y la posible reacción del mercado.

Finalmente se mostrará la maqueta del producto.



Presentación del producto

Página 69



Motivación de compra y éxito

Página 73



Maqueta

Página 75

## Presentación del producto



Dispositivo de concienciación de ahorro.

Niños: educación y buenas costumbres.

Ahorro de energía: no sólo luz.

Integrado en la vida del niño.



# beeLight

## Presentación del producto P

Código de colores



Luz Roja

Me avisa de que me he dejado la luz encendida. Debería apagarla.



Luz Verde

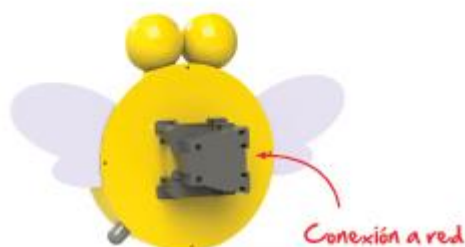
Me avisa de que, aunque haya apagado la luz general, hay más dispositivos conectados.



Luz Azul

Modo noche. Al pulsar el agujón, se enciende una luz que permanece durante 15 minutos. Va cambiando de intensidad con el paso del tiempo.

## Presentación del producto P



Sensores de movimiento y recepción de señales



Instalación convencional

Sensores de movimiento y recepción

Registro y procesamiento de datos

Ayuda a marcar un horario al niño



Registro de hora a la que se acuesta el niño

## Presentación del producto P

### Gama de producto

Con el fin de ampliar las posibilidades de compra del producto y adaptarse a los distintos gustos de los usuarios, apostamos por la idea de ofrecer Bee Light en diferentes colores.

El grueso del proceso de fabricación no se alteraría, simplemente consistiría en modificar la fase de pintado, por lo que no implicaría un aumento de los costes de producción.

Con ello, además de aportarle al usuario una alternativa al modelo original, este diseño podría utilizarse para un futuro relanzamiento del producto o motivador de compra.



## Motivación de compra y éxito E

Existen claramente dos vertientes bien diferenciadas por las cuales **Bee Light** tendría una buena acogida en el mercado.

La primera de ellas tiene que ver con el ahorro energético y, por lo tanto, económico. Se trata de un producto que, inicialmente, pretendía concienciar para ahorrar luz en la habitación en la que estuviera instalado. Sin embargo, esta idea primaria ha evolucionado hasta crear un producto mucho más completo: pretende concienciar sobre el **ahorro del consumo energético en general**. Esto es, no sólo llama tu atención cuando te olvidas la luz principal encendida, sino cuando dejas conectado cualquier dispositivo a la red. Se convierte en un producto que te ayuda a evitar el malgasto de energía (y posibles averías por sobrecarga eléctrica) por el uso inapropiado de cargadores (móvil, portátil, reproductores de música, cámaras...) o flexos por ejemplo.

Otro de los puntos a favor tiene que ver con el factor humano: **educar a los niños es educar al futuro**. Estamos creando buenos hábitos en los más jóvenes, les estamos educando en el respeto ambiental y en el buen uso de la tecnología que les rodea. Además, gracias al modo noche, les ayudamos a marcar un horario, a establecer unas costumbres.

Siguiendo con la relación producto-usuario, Bee Light establece una gran empatía con el niño. Se integra en su vida desde el principio, le acompaña por las noches, es agradable, simpático, le cae bien. Esto significa que hay muchas posibilidades de que haga un buen uso de nuestro producto.

Cambiando el enfoque en el análisis de las posibilidades de éxito de Bee Light, abordamos el tema de la innovación. Podemos considerarlo un producto novedoso, no hay nada igual.

Se trata de un **concepto totalmente original**: no existe un producto en el mercado actual que se dedique a concienciar a los más pequeños sobre el ahorro de energía. Lo cual, nos deja un mercado muy abierto con muchas posibilidades a explorar para seguir creciendo y evolucionando.

Por último, el aspecto más técnico. Su instalación no es más compleja que la de cualquier dispositivo que se le pueda parecer. Es decir, se instala como un interruptor convencional, no requiere conocimientos especializados.

## Maqueta

Para fabricar la maqueta de Bee Light seguimos el siguiente proceso:

Partimos de planchas de PVC espumado para crear la base de la carcasa central y las alas. Una vez unidas todas las capas, utilizamos una pelota de plástico cortada por la mitad para hacer la *barriga* del producto. Con ello pretendimos simular el pulsador real.

Para los ojos usamos dos pelotas de ping pong. Por último dimos varias capas de pintura.



## Maqueta



Alejandra Lahoz Benito  
Isabel Lozano Puñet  
Eduardo López Espolio  
Paz Hernando Larroy

Grupo 11



beeLight



---

## Specification

### 1 Electrical parameters

Product Type	HC--SR501 Body Sensor Module
Operating voltage range	DC 4.5-20V
Quiescent Current	<50uA
Level output	High 3.3 V /Low 0V
Trigger	L can not be repeated trigger/H can be repeated trigger(Default repeated trigger)
Delay time	5-200S(adjustable) the range is (0.xx second to tens of second)
Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds
Board Dimensions	32mm*24mm
Angle Sensor	<100 ° cone angle
Operation Temp.	-15-+70 degrees
Lens size sensor	Diameter:23mm(Default)

### 2 Features:

- 1, the automatic sensor: to enter the sensor output range is high, people leave the sensor range of the automatic delay off high, output low.
- 2, the photosensitive control (optional, factory is not set) may set the photosensitive control during the day or light intensity without induction.

---

3, the temperature compensation (optional, factory is not set): In the summer when the ambient temperature rises to 30 ~ 32 °C, slightly shorter detection range, temperature compensation can be used as a performance compensation.

4, two trigger mode: (can be selected by jumpers)

a. can not repeat the trigger: the sensor output high, the delay time is over, the output will automatically become low from high;

b. repeatable trigger: the sensor output high after the delay period, if the human body in its sensing range

Activities, its output will remain high until after the delay will be left high to low (sensor module review

Measured activities of each body will be automatically extended after a delay time, and the final event of the delay time

Starting point of time).

5, with induction blocking time (the default setting: 2.5S block time): sensor module, after each sensor output (high change

Into a low level), you can set up a blockade followed by time period, in this time period the sensor does not accept any sensor signal.

This feature can have a "sensor output time" and "blocking time" the interval between the work produced can be applied to detect the interval Products; also inhibit this function during load switching for a variety of interference. (This time can be set at zero seconds

– Tens of seconds).

6, the working voltage range: the default voltage DC4.5V-20V.

7, micro-power consumption: static current "50 microamps, especially for battery-powered automatic control products.

8, the output high level signals: types of circuits can be easily and docking.



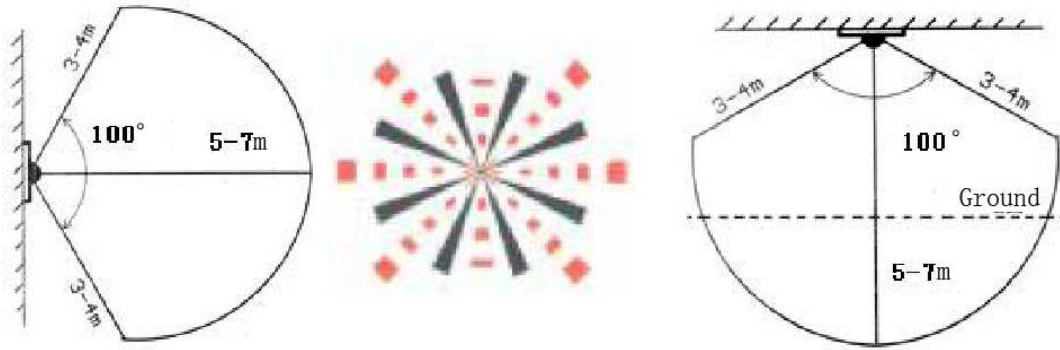
---

### 3 Instructions:

1. Sensing module for about a minute after power initialization time, during the interval to the output module  
0-3 times a minute in standby mode.
2. Should avoid direct lighting such as interference sources close the surface of the lens module so as to avoid the introduction of interference signal generator malfunction; use of the environment to avoid the flow of the wind, the wind sensor will also cause interference.
3. Sensor module using a dual probe, the probe's window is rectangular, dual (A per B million) in the direction of the ends of long, when the body passed from left to right or right to left when the reach the dual IR time, distance difference, the greater the difference, more sensitive sensors, when the body from the front to the probe or from top to bottom or from bottom to top direction passing, dual IR not detected changes in the distance, no difference value, the sensor insensitive or does not work; so the sensors should be installed dual direction of the probe with human activities as much as possible parallel to the direction of maximum to ensure that the body has been passed by the dual sensor probe. To increase the sensing range of angles, the module using a circular lens, the probe also makes sense on all four sides, but still higher than the upper and lower left and right direction of sensing range, sensitivity and strong, still as far as possible by the above installation requirements. VCC, trig (control side), echo (receiving end), GND

---

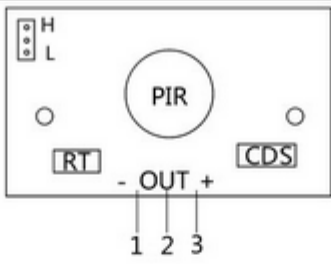
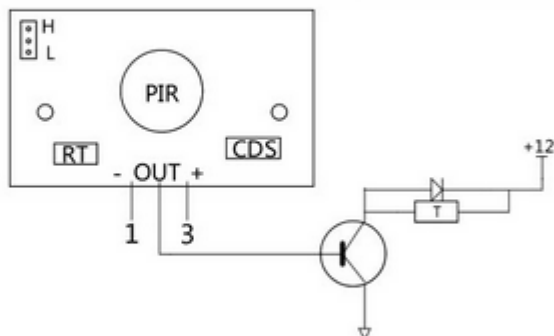
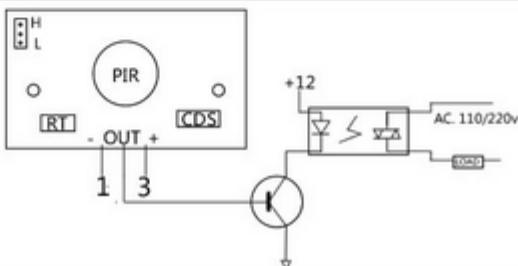
## Induction Range:



## Dimensions and Adjustment:

**Note:** The potentiometer clockwise to adjust the distance, sensing range increases (about 7 meters), on the contrary, sensing range decreases (about 3 meters).

Delay adjustment potentiometer clockwise rotation, sensor delay longer (about 300S), the other hand, induction by the short delay (about 5S).

Pin Define	 <p>1. Power cathode 2. Output signal 3. Power anode 4. H - Single Trigger L - Repeatedly Trigger</p>
DC Load	
AC Load	

## Applications:

- 1, Security Products
- 2, the human body sensors toys
- 3, the human body sensor lighting
- 4, industrial automation and control, etc.

It can automatically and quickly open various types of incandescent, fluorescent lamps, buzzer, automatic doors, electric fans, automatic washing machine and dryer

Machines and other devices, is a high-tech products. Especially suitable for enterprises, hotels, shopping malls, warehouses and family aisles, corridors and other sensitive.



## DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

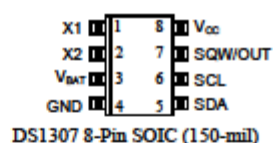
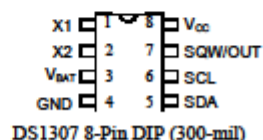
### FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

### ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

### PIN ASSIGNMENT



### PIN DESCRIPTION

V <sub>CC</sub>	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V <sub>BAT</sub>	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

### DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\***

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds DIP See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A for Surface Mount Devices

\* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

Range	Temperature	V <sub>CC</sub>
Commercial	0°C to +70°C	4.5V to 5.5V V <sub>CC1</sub>
Industrial	-40°C to +85°C	4.5V to 5.5V V <sub>CC1</sub>

**RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS**

(Over the operating range\*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	4.5	5.0	5.5	V	
Logic 1	V <sub>IH</sub>	2.2		V <sub>CC</sub> + 0.3	V	
Logic 0	V <sub>IL</sub>	-0.5		+0.8	V	
V <sub>BAT</sub> Battery Voltage	V <sub>BAT</sub>	2.0		3.5	V	

\*Unless otherwise specified.

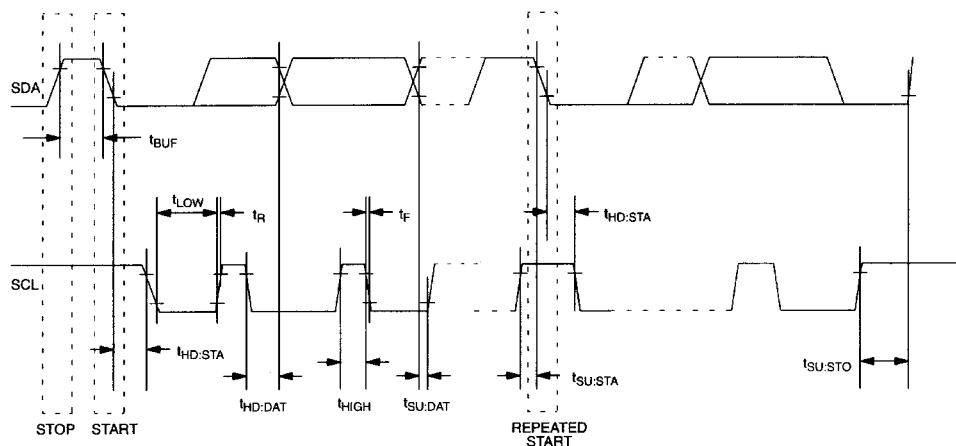
**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

(Over the operating range\*)

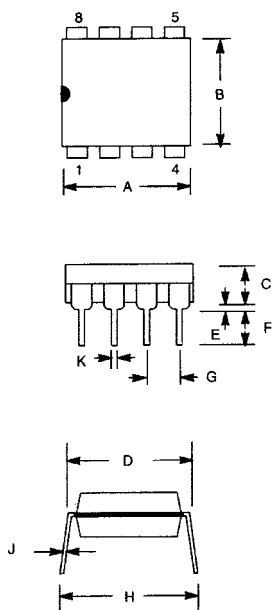
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage (SCL)	I <sub>LI</sub>			1	μA	
I/O Leakage (SDA & SQW/OUT)	I <sub>LO</sub>			1	μA	
Logic 0 Output (I <sub>OL</sub> = 5mA)	V <sub>OL</sub>			0.4	V	
Active Supply Current	I <sub>CCA</sub>			1.5	mA	7
Standby Current	I <sub>CCS</sub>			200	μA	1
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I <sub>BAT1</sub>		300	500	nA	2
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I <sub>BAT2</sub>		480	800	nA	
Power-Fail Voltage	V <sub>PF</sub>	1.216 x V <sub>BAT</sub>	1.25 x V <sub>BAT</sub>	1.284 x V <sub>BAT</sub>	V	8

\*Unless otherwise specified.

## TIMING DIAGRAM Figure 8

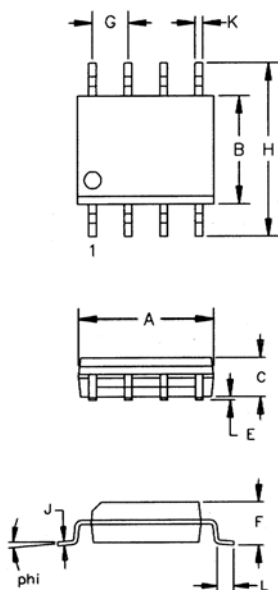


## DS1307 64 X 8 SERIAL REAL-TIME CLOCK 8-PIN DIP MECHANICAL DIMENSIONS



PKG	8-PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN.	0.360	0.400
MM	9.14	10.16
B IN.	0.240	0.260
MM	6.10	6.60
C IN.	0.120	0.140
MM	3.05	3.56
D IN.	0.300	0.325
MM	7.62	8.26
E IN.	0.015	0.040
MM	0.38	1.02
F IN.	0.120	0.140
MM	3.04	3.56
G IN.	0.090	0.110
MM	2.29	2.79
H IN.	0.320	0.370
MM	8.13	9.40
J IN.	0.008	0.012
MM	0.20	0.30
K IN.	0.015	0.021
MM	0.38	0.53

# DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL-TIME CLOCK 8-PIN SOIC (150-MIL) MECHANICAL DIMENSIONS



PKG	8-PIN (150 MIL)	
DIM	MIN	MAX
A IN.	0.188	0.196
MM	4.78	4.98
B IN.	0.150	0.158
MM	3.81	4.01
C IN.	0.048	0.062
MM	1.22	1.57
E IN.	0.004	0.010
MM	0.10	0.25
F IN.	0.053	0.069
MM	1.35	1.75
G IN.	0.050 BSC	
MM	1.27 BSC	
H IN.	0.230	0.244
MM	5.84	6.20
J IN.	0.007	0.011
MM	0.18	0.28
K IN.	0.012	0.020
MM	0.30	0.51
L IN.	0.016	0.050
MM	0.41	1.27
phi	0°	8°

56-G2008-001

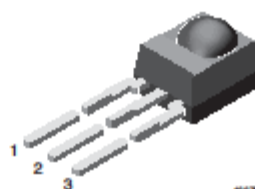


## IR Receiver Modules for Remote Control Systems

### Description

The TSOP22... - series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP22... is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.



### Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption

### Special Features

- Improved immunity against ambient light
- Suitable burst length  $\geq 10$  cycles/burst

### Mechanical Data

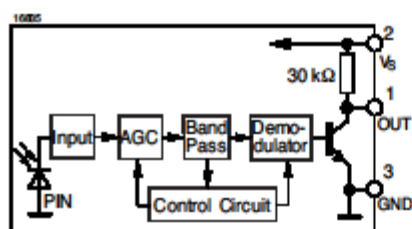
#### Pinning:

1 = OUT, 2 =  $V_S$ , 3 = GND

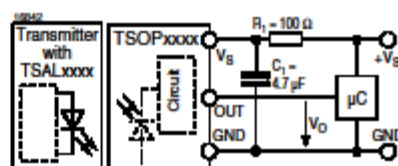
### Parts Table

Part	Carrier Frequency
TSOP2230	30 kHz
TSOP2233	33 kHz
TSOP2236	36 kHz
TSOP2237	36.7 kHz
TSOP2238	38 kHz
TSOP2240	40 kHz
TSOP2256	56 kHz

### Block Diagram



### Application Circuit



$R_1 + C_1$  recommended to suppress power supply disturbances.

The output voltage should not be held continuously at a voltage below  $V_O - 3.3$  V by the external circuit.



## Absolute Maximum Ratings

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 2)	$V_S$	- 0.3 to + 6.0	V
Supply Current	(Pin 2)	$I_S$	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	$V_O$	- 0.3 to + 6.0	V
Output Current	(Pin 1)	$I_O$	5	mA
Junction Temperature		$T_j$	100	$^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range		$T_{stg}$	- 25 to + 85	$^{\circ}\text{C}$
Operating Temperature Range		$T_{amb}$	- 25 to + 85	$^{\circ}\text{C}$
Power Consumption	( $T_{amb} \leq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	$P_{tot}$	50	mW
Soldering Temperature	$t \leq 10\text{ s}$ , 1 mm from case	$T_{sd}$	260	$^{\circ}\text{C}$

## Electrical and Optical Characteristics

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Supply Current (Pin 2)	$V_S = 5\text{ V}$ , $E_v = 0$	$I_{SD}$	0.8	1.2	1.5	mA
	$V_S = 5\text{ V}$ , $E_v = 40\text{ klx}$ , sunlight	$I_{SH}$		1.5		mA
Supply Voltage (Pin 2)		$V_S$	4.5		5.5	V
Transmission Distance	$E_v = 0$ , test signal see fig.1, IR diode TSAL6200, $I_F = 250\text{ mA}$	$d$		35		m
Output Voltage Low (Pin 1)	$I_{OL} = 0.5\text{ mA}$ , $E_e = 0.7\text{ mW/m}^2$ , $f = f_o$ , test signal see fig. 1	$V_{OL}$			250	mV
Irradiance (30 - 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig.1	$E_{e\text{ min}}$		0.2	0.4	$\text{mW/m}^2$
Irradiance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig. 1	$E_{e\text{ min}}$		0.3	0.5	$\text{mW/m}^2$
Irradiance	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig. 1	$E_{e\text{ max}}$	30			$\text{W/m}^2$
Directivity	Angle of half transmission distance	$\phi_{1/2}$		$\pm 45$		deg

## Typical Characteristics ( $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

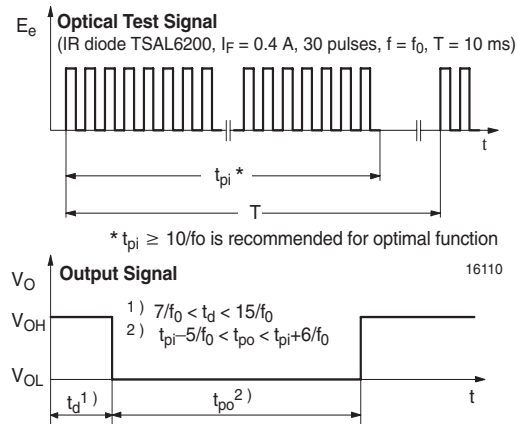


Figure 1. Output Function

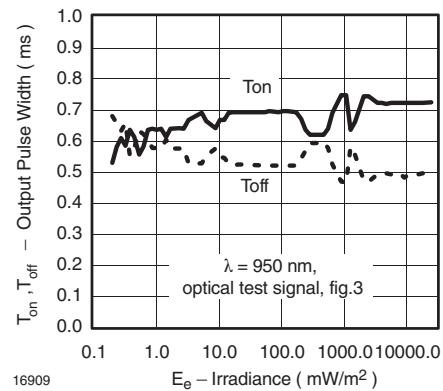


Figure 4. Output Pulse Diagram

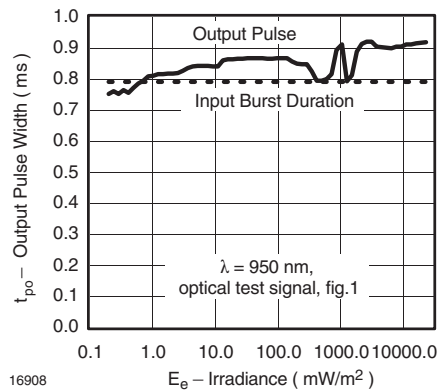


Figure 2. Pulse Length and Sensitivity in Dark Ambient

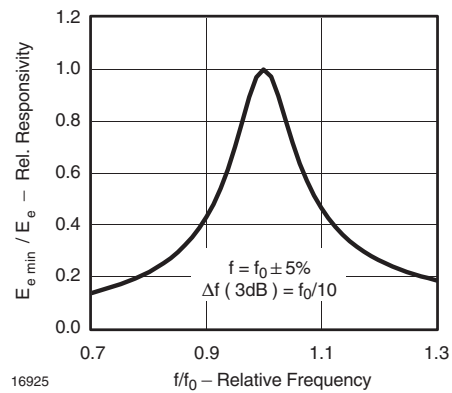


Figure 5. Frequency Dependence of Responsivity

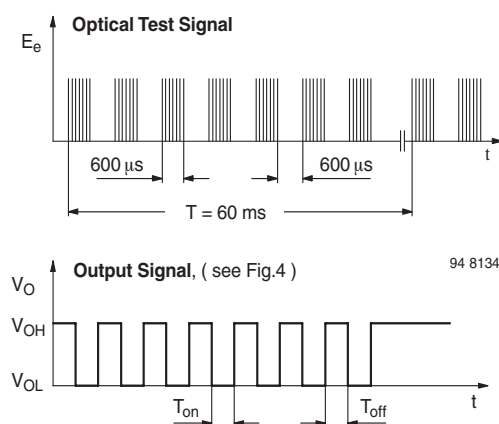


Figure 3. Output Function

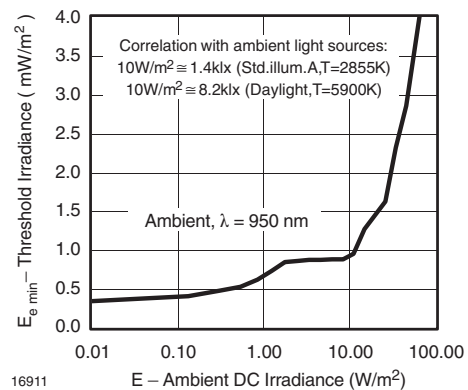


Figure 6. Sensitivity in Bright Ambient

## Suitable Data Format

The circuit of the TSOP22.. is designed in that way that unexpected output pulses due to noise or disturbance signals are avoided. A bandpass filter, an integrator stage and an automatic gain control are used to suppress such disturbances.

The distinguishing mark between data signal and disturbance signal are carrier frequency, burst length and duty cycle.

The data signal should fulfill the following conditions:

- Carrier frequency should be close to center frequency of the bandpass (e.g. 38 kHz).
- Burst length should be 10 cycles/burst or longer.
- After each burst which is between 10 cycles and 70 cycles a gap time of at least 14 cycles is necessary.
- For each burst which is longer than 1.0 ms a corresponding gap time is necessary at some time in the data stream. This gap time should be at least 4 times longer than the burst.
- Up to 800 short bursts per second can be received continuously.

Some examples for suitable data format are: NEC Code (repetitive pulse), NEC Code (repetitive data), Toshiba Micom Format, Sharp Code, RC5 Code, RC6 Code, R-2000 Code, Sony Code.

When a disturbance signal is applied to the TSOP22.. it can still receive the data signal. However the sensitivity is reduced to that level that no unexpected pulses will occur.

Some examples for such disturbance signals which are suppressed by the TSOP22.. are:

- DC light (e.g. from tungsten bulb or sunlight)
- Continuous signal at 38 kHz or at any other frequency
- Signals from fluorescent lamps with electronic ballast with high or low modulation (see Figure 13 or Figure 14).

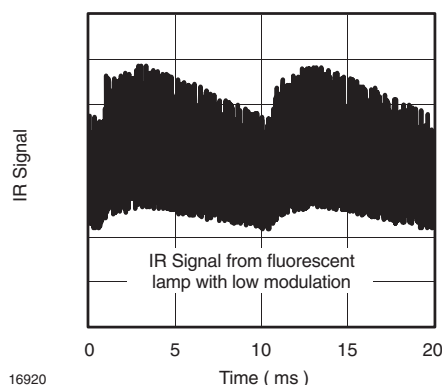


Figure 13. IR Signal from Fluorescent Lamp with low Modulation

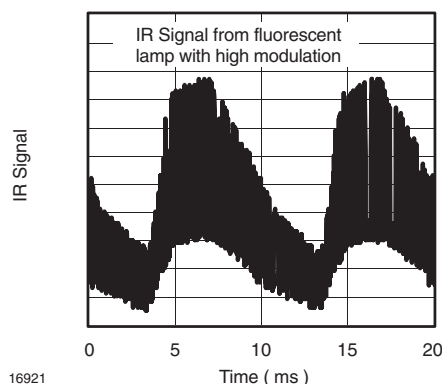
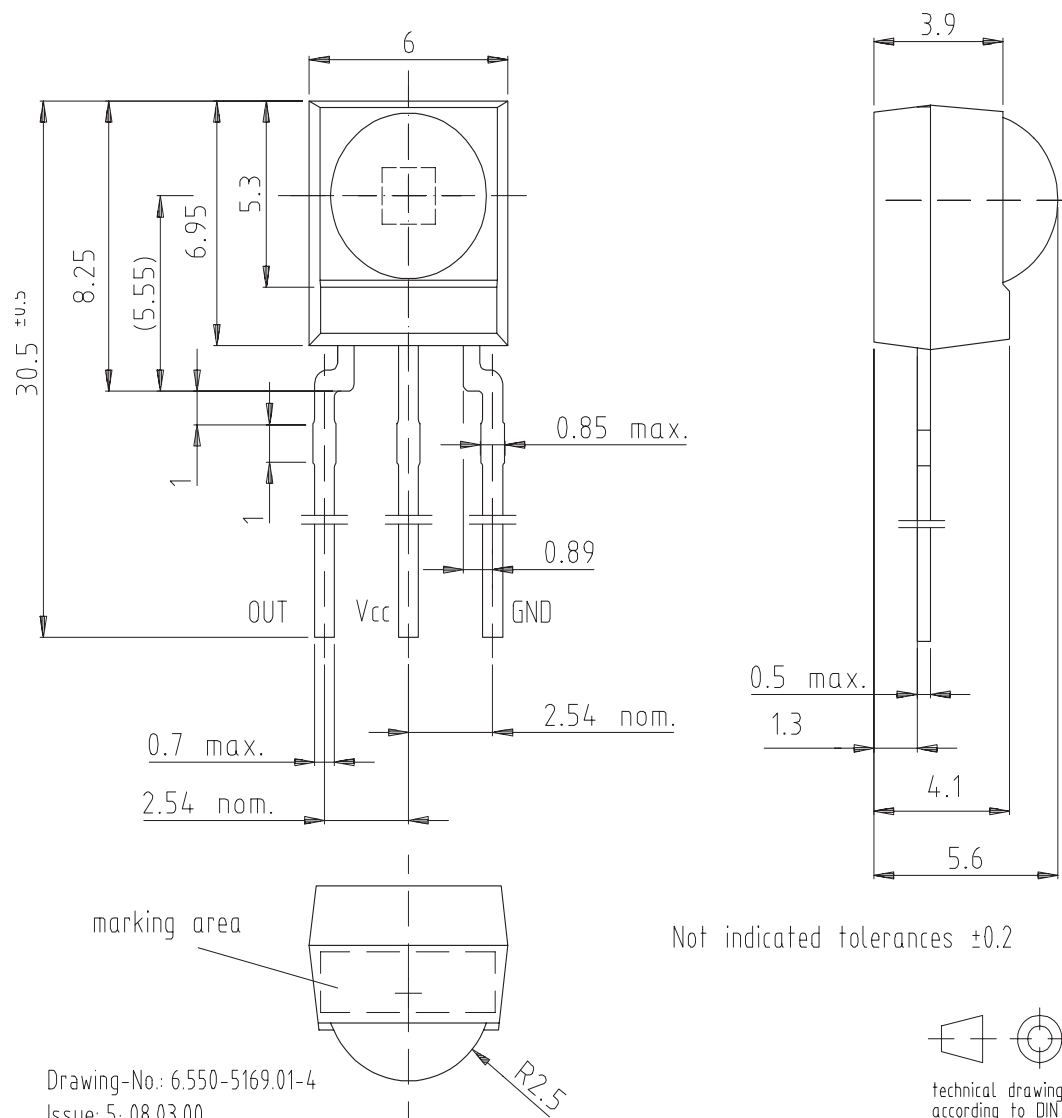


Figure 14. IR Signal from Fluorescent Lamp with high Modulation

### Package Dimensions in mm



Not indicated tolerances  $\pm 0.2$

technical drawing  
according to DIN  
specifications

13655

## Features

### Regulated Converters

- Ultracompact Low Profile AC-DC Power Supply
- Ultra-low 30mW Standby Power Consumption
- 1 Watt or 2 Watt PCB Mount Package
- Extra Wide Input Voltage Range (90-277VAC)
- Class II Power Supply with 3kVAC Isolation
- -25°C to +85°C Operating Temp
- Low Output Ripple
- Short Circuit Protected Outputs
- EN and CE Certified

### Selection Guide

Part Number	Input Range (VAC)	Output Voltage (VDC)	Output Current (mA)	Efficiency typ. (%)	Max Capacitive Load
RAC01-3.3SC	90-277	3.3	300	65	2200µF
RAC02-3.3SC			600	66	
RAC01-05SC	90-277	5	200	68	2200µF
RAC02-05SC			400	70	
RAC01-09SC	90-277	9	111	72	1200µF
RAC02-09SC			222	74	
RAC01-12SC	90-277	12	83	72	1000µF
RAC02-12SC			167	74	
RAC01-15SC	90-277	15	67	72	680µF
RAC02-15SC			133	74	
RAC01-24SC	90-277	24	42	73	330µF
RAC02-24SC			83	77	

### Specifications

(Ta=-25°C and after warm up time, measured at 115VAC/60Hz and 230VAC/50Hz)

RAC01-02

Input Voltage Range	90-277VAC or 120-390VDC	
Rated Power	1 or 2 Watts max.	
Input Frequency Range (for AC Input)	40-63Hz	
Input Current (full load)	115/230VAC	41mA/27mA typ.
No Load Power Consumption	30mW typ.	
Inrush Current (<0.5ms)	115/230VAC	10/20A max.
Leakage Current	1.5mA max.	
Output Voltage Tolerance (combined Tolerance, Line Reg and Load Reg at full load)	±5% max.	
Line Voltage Regulation	low line, high line at full load	±2% max.
Load Voltage Regulation	10% to 100% full load	±6% max.
Output Ripple (20MHz BW limited)	3.3V Output	<150mVrms
	All others	<100mVrms
Operating Frequency	30kHz typ.	
Leakage Current	1.5mA max.	
Minimum Load = 0%	specifications valid for 10% minimum load only	
RMS Isolation Voltage (input to output)	3kVAC / 1 minute	
Isolation Resistance	1 GΩ min.	
Isolation Capacitance	1000pF typ.	
Short Circuit Protection	Automatic Restart	
Operating Temperature Range	(1W, natural convection, no derating)	-25°C to +80°C
	(2W natural convection, no derating)	-25°C to +75°C
	(natural convection, with derating)	-25°C to +85°C
Storage Temperature Range	-40°C to +85°C	
Humidity	non-condensing	95% RH max
Case Material	Plastic Case, Silicone potting material (UL94V-0)	
Package Weight	25g	
Packing Quantity	12 pcs	

PA-2

REV: 2/2011

## POWERLINE

### AC/DC-Converter

with 3 year Warranty

RECOM

## 1 - 2 Watt Single Output



CE



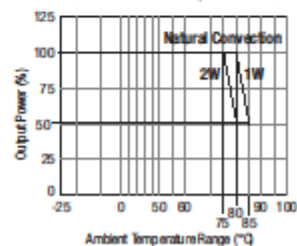
EN-60950-1 Pending  
UL-60950-1 Pending

## RAC01-C RAC02-C

### Description

The RAC01-SC and RAC02-C series are ultra-compact universal input AC/DC power modules for PCB mounting. They feature high efficiency, low standby power, high operating temperature, soft start and short-circuit protection as well as a built-in EMC Class B filter. Output voltages range from 3.3VDC to 24VDC.

### Derating Graph (Ambient Temperature)



Please Read Application Notes

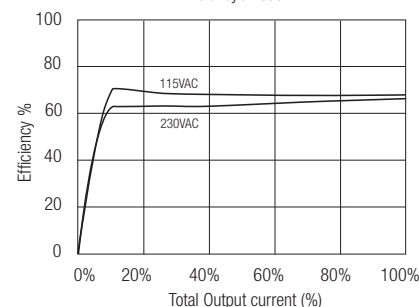
[www.recom-electronic.com](http://www.recom-electronic.com)

## Specifications (cont.)

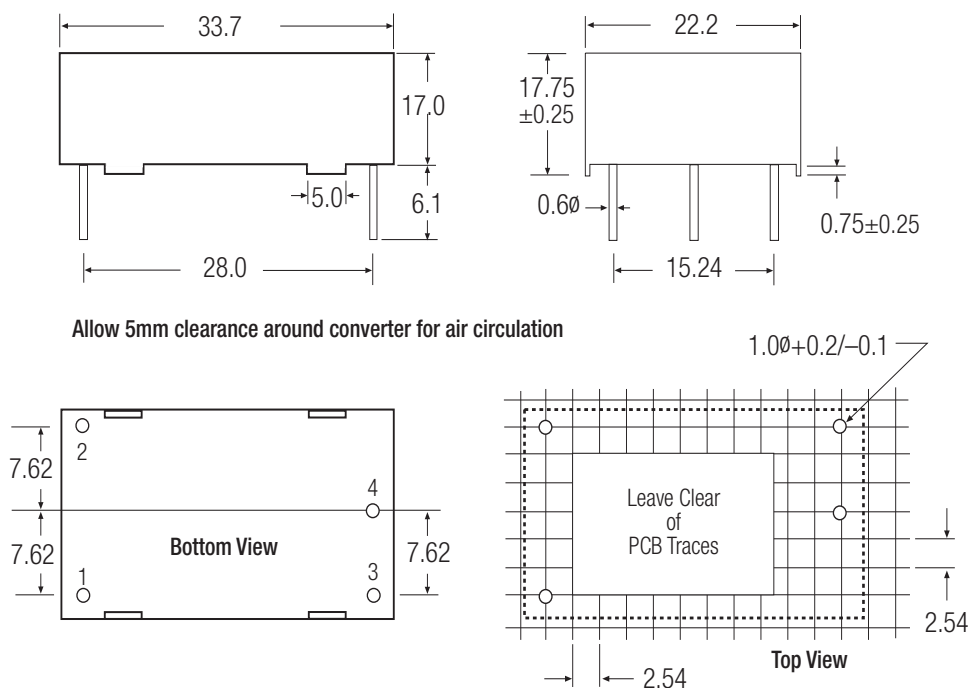
EMC	Conducted and Radiated Noise Immunity	EN 55022 Class B EN 55024
MTBF	+25°C	666 x 10 <sup>3</sup> hours
230VAC	+55°C	395 x 10 <sup>3</sup> hours
using MIL-HDBK-217F	+80°C	125 x 10 <sup>3</sup> hours
Certifications:		
UL General Safety	(Pending)	UL-60950-1, 2nd Edition
EN General Safety	(Pending)	EN-60950-1, 2nd Edition
CE	Report: 2011-04-19	EN55022 Class B

RAC02-05SC

Efficiency / Load



## Standard Package Style and Pinning



3rd angle projection

### Pin Connections

Pin #	Single Output
1	VAC in (N)
2	VAC in (L)
3	-VDC out
4	+VDC out

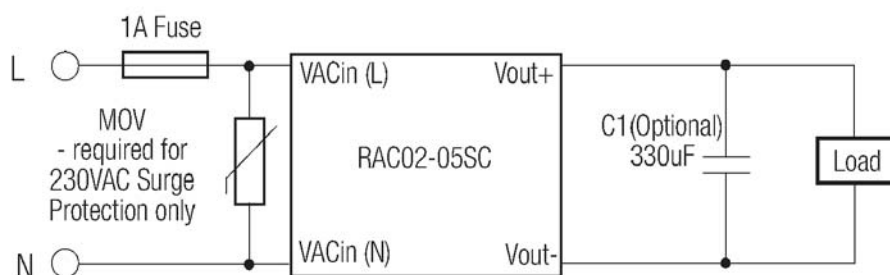
Tolerance  $\pm 0.5$  mm  
unless otherwise specified

## Recommended Application Circuit

Compact single output regulated power supply

Suggested fuse rating: 1A Slow Blow.

An external MOV is required for 230VAC operation. The varistor should comply with IEC-61051-2 e.g. Epcos S14 series



Add C1 to reduce output ripple (use low ESR type)

## Bibliografía

- [1] Página oficial de Arduino  
<http://arduino.cc>
- [2] Ramón Pallas Areni, “*Sensores acondicionadores señal*”, 4ª edición 2003.
- [3] Manuel Torres y Miguel A. Torres, “*Diseño e ingeniería electrónica asistida con PROTEL DXP*”, Ra-Ma 2004.
- [4] Universidad de Zaragoza, “*Apuntes de microprocesadores*”.
- [5] Albert Paul Malvino, “*Principios de electrónica*”, 6ª edición 2000.
- [6] H.Ulises R.Marmolejo, Fco. Javier V. Piña, Benito Avalos B, “*Comunicación vía infrarrojo por microcontroladores RISC*”, 2002.
- [7] Enciclopedia libre  
<http://www.wikipedia.es>
- [8] Arquitectura y organización de un microcontrolador genérico  
[http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tmicrocon/Material/1\\_introduccion a los ucontroladores.pdf](http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tmicrocon/Material/1_introduccion_a_los_microcontroladores.pdf)
- [9] Página orientada a proyectos de Arduino <http://www.ardumania.es/>
- [10] Roberto Casas, Elías Herrero, José María López, Estanis Oyarbide, “*Fundamentos de Electrónica Introducción Arduino*”.
- [11] Blog sobre programación <http://blutintegrado.blogspot.com.es>
- [12] Página sobre tecnologías <http://fadisel.com/>

