



UNIVERSIDAD DE TALCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN

Estudio, optimización y prototipado de mejoras de consumo energético para aparatos electrónicos en tiempos de consumo vampiro.

ERWIN HANS RIED REYES

Profesor guía: SERGIO GUIÑEZ MOLINOS

Memoria para optar al título de Ingeniero civil en computación

Septiembre de 2010

Curicó - Chile



UNIVERSIDAD DE TALCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN

Estudio, optimización y prototipado de mejoras de consumo energético para aparatos electrónicos en tiempos de consumo vampiro.

ERWIN HANS RIED REYES

Profesor guía: SERGIO GUIÑEZ MOLINOS

Profesor informante: BEN INGRAM

Profesor informante: RODRIGO PAREDES

Memoria para optar al título de Ingeniero civil en computación

Septiembre de 2010

Curicó - Chile

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a quienes confiaron y aún confían en mí, pues su confianza es la que realmente me acerca a mis sueños.

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos	3
Tabla de contenidos	4
Índice de figuras	8
Índice de tablas	11
Índice de cuadros	12
Resumen	13
Abstract	14
1. Introducción.....	15
1.1 Contexto.....	15
1.2 Problema	17
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 General	18
1.3.2 Específicos	18
1.4 Alcances.....	19
1.5 Limitaciones.....	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Consumo Vampiro.....	20
2.1.1 Responsabilidad de los fabricantes	20
2.2 Posibles soluciones existentes en el mercado	21
2.3 Una solución mejorada	21
2.4 Hardware.....	27
2.4.1 Arduino	27
2.4.2 Microcontrolador	28
2.4.2.1 AVR	28
2.4.3 Electrónica.....	29
2.4.3.1 Señales TTL.....	29
2.4.3.2 Pull up/Pull down	30
2.4.3.3 Bus I ² C	31
2.4.3.4 Potenciómetro.....	31

2.4.4	Sensor de movimientos basado en infrarrojos	31
2.4.5	Sensor de consumo eléctrico	33
2.4.5.1	Inducción Electromagnética	34
2.4.6	Control de dispositivos.....	34
2.4.6.1	Transistores.....	34
2.4.6.2	Optoacoplador.....	35
2.4.6.3	Relé electromecánico	36
2.4.7	Reloj de tiempo real	37
2.4.8	Pantalla LCD	37
2.4.8.1	Bus de datos.....	38
2.4.8.2	Transmisión de datos en serie.....	39
2.5	Software	40
2.5.1	Firmware	40
2.5.2	Procesamiento multihilo en Microcontroladores AVR	40
2.5.2.1	Protohilos.....	40
2.5.2.2	Diseño simple basado en interrupciones	41
2.5.3	Wiring	42
2.6	La paradoja al eliminar el consumo vampiro	43
2.7	En nuestro país	43
2.8	Resumen del capítulo.....	45
3.	Metodología.....	46
3.1	Preliminares	46
3.1.1	Título.....	46
3.2	Marco teórico	46
3.2.1	Descripción del problema.....	47
3.2.2	Consecuencias	47
3.3	Objetivos	47
3.4	Metodología	47
3.4.1	Diseño	47
3.4.2	Unidades de información	48
3.4.3	Universo	48
3.4.4	Pruebas, datos y grupo de control	48
3.4.5	Desarrollo del dispositivo.....	48

3.4.5.1	Metodología de desarrollo del dispositivo, software y hardware.....	48
3.4.5.1.1	Prefacio.....	49
3.4.5.1.2	Planificación	49
3.4.5.1.3	Versión inicial.....	49
3.4.5.1.4	Iteraciones de desarrollo.....	49
3.5	Resumen del capítulo.....	50
4.	Desarrollo	51
4.1	Hardware de SinStandby	51
4.1.1	Módulo Relé.....	52
4.1.2	Módulo reloj de tiempo real	53
4.1.3	Módulo sensor externo.....	53
4.1.4	Módulo sensor de consumo	54
4.1.4.1	Pruebas empíricas sobre el sensor de consumo	55
4.1.4.1.1	Método utilizado	55
4.1.4.1.2	Resultados.....	56
4.2	Firmware de SinStandby.....	58
4.2.1	Requisitos funcionales	58
4.2.2	Requisitos no funcionales.....	63
4.2.3	Módulo lcd	64
4.2.3.1	Inicialización del módulo gráfico	66
4.2.3.2	Escritura en el búfer de pantalla y envío de comandos	66
4.2.3.3	Otras funciones	67
4.2.3.4	Manejo de texto	68
4.2.4	Interfaz del usuario	69
4.2.4.1	Aspectos de retroalimentación visual y auditiva.....	70
4.2.5	Asistente de configuración	70
4.2.6	Sensor de consumo	71
4.2.7	Detección de movimientos y sensores externos	71
4.2.8	Interacción con el módulo de reloj de tiempo real.....	72
4.2.9	Interacción con los módulos relé	72
4.3	Sitio web del proyecto	73
4.4	Resumen del capítulo.....	74
5.	Resultados	75

5.1	Pruebas de consumo implícito en el nuevo SinStandby	75
5.2	Consumo base	75
5.3	Escenarios de prueba	76
5.4	Consumos por escenario	77
5.5	Cálculos de consumo mensual	78
5.6	Gráficas.....	80
5.7	Resumen del capítulo.....	81
6.	Conclusiones.....	82
7.	Trabajo futuro.....	83
8.	Bibliografía.....	84
9.	Anexos	87
9.1	Consumo por clase de dispositivo	87
9.2	Declaración del set de fuentes normal para el dispositivo	96
9.3	Prototipo 1 de SinStandby	98
9.4	Resultados.....	102
9.4.1	Cálculos.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Crecimiento económico y consumo energético en Chile (Fuente: CNE Política Energética)	16
Figura 2: Propuesta de solución mejorada	21
Figura 3: Esquema Maestro-Esclavo	22
Figura 4: Esquema de componentes de la placa Arduino	27
Figura 5: El entorno de desarrollo de Arduino funciona sobre Windows, Mac OS o Linux	28
Figura 6: Especificaciones de la norma TTL en cuanto a tiempos y voltajes	29
Figura 7: Diagrama del concepto <i>pull up</i> y <i>pull down</i> en un circuito TTL con un pulsador.....	30
Figura 8: Esquemático simple de una red I ² C	31
Figura 9: Diagrama de un ejemplo de sistema de detección de movimientos	32
Figura 10: Lente de fresnel usado en conjunto de un PIR.....	33
Figura 11: Ecuaciones para el cálculo del consumo eléctrico	33
Figura 12: Medición de la corriente en una fase del cable con un amperímetro de tenaza	34
Figura 13: Diagrama de un transistor utilizado como conmutador.....	35
Figura 14: Esquema interno y funcionamiento de un optoacoplador	35
Figura 15: Partes y funcionamiento de un relé electromecánico	36
Figura 16: Módulo RTC que usa el típico integrado DS1307	37
Figura 17: Transmisión de datos en paralelo (arriba) versus transmisión en serie (abajo)	38
Figura 18: Diagrama de las líneas de control y bus de datos de 8 bits enlazando el microcontrolador con una pantalla LCD	39
Figura 19: Comparación de tres hilos con su símil implementado con protohilos	40
Figura 20: Porcentajes de consumo eléctrico hogareño en Chile (Fuente: CNE, 2005)	43
Figura 21: Estilos de etiquetas obligatorias en Chile para ciertos aparatos eléctricos	44
Figura 22: Etiquetado de certificación energética en países del mundo al año 2009 (Fuente: [41])	45

Figura 23: Desarrollo evolutivo basado en prototipos	49
Figura 24: Diagrama de componentes físicos principales.....	52
Figura 25: Diagrama eléctrico del módulo utilizado por el nuevo SinStandby.....	52
Figura 26: Diagrama de las conexiones del RTC - DS1307 al bus I2C en el nuevo SinStandby.....	53
Figura 27: Conector para sensores externos, aislado con un optoacoplado, con selector de voltaje para el sensor.....	54
Figura 28: Diagrama físico (interno/externo) y eléctrico del TA12-200	54
Figura 29: Método para la comprobación empírica/calibración de la relación entre el consumo real y medido por el TA12-200.....	55
Figura 30: Gráfico de los resultados de equivalencia entre el consumo y la medición del TA12-200	57
Figura 31: Diagrama de bloques del módulo LCD	64
Figura 32: Gráfico de los tiempos requeridos para el modo serial de datos.....	65
Figura 33: Ejemplo de <i>shift-in</i> y <i>shift-out</i> para un byte.....	67
Figura 34: Interfaz de selección de modo operativo de la salida Esclava	69
Figura 35: Vista del hardware de la botonera en conjunto con la pantalla LCD	69
Figura 36: Vista de la pantalla inicial del asistente de configuración.....	70
Figura 37: Paso intermedio del asistente de configuración	71
Figura 38: Interfaz de configuración del sensor de consumo basado en un rango con un pivote promedio pre-calculado.....	72
Figura 39: Interfaz de configuración de la hora y fecha del módulo RTC	72
Figura 40: Interfaz de configuración de los parámetros del sensor externo	73
Figura 41: Vista de la página principal del sitio del proyecto disponible en www.sinstandby.com . 73	
Figura 42: Gráfica de resultados del escenario 1	80
Figura 43: Gráfica de resultados del escenario 2.....	80
Figura 44: Prototipo de SinStandby en la preselección para el concurso Innovando con Energía ...	98

Figura 45: Reportaje sobre el prototipo del aparato.....	99
Figura 46: Prototipo de SinStandby presentado en el concurso Innovando con Energía de Transelec y Casa de la Paz.....	100
Figura 47: Ficha y video promocional de SinStandby para el concurso de LG Electronics	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de mecanismos y dispositivos para solucionar el problema del consumo vampiro	23
Tabla 2: Algunas operaciones con la utilización de Wiring	42
Tabla 3: Resultados de la muestra de valores entregados por el TA12-200 para consumos determinados	56
Tabla 4: Tiempos de señales en modo serial del módulo LCD	65
Tabla 5: Consumo base del dispositivo SinStandby	76
Tabla 6: Escenario 1 de prueba (PC de escritorio)	77
Tabla 7: Escenario 2 (Centro de televisión)	77
Tabla 8: Datos extras para los escenarios de prueba.....	77
Tabla 9: Cálculo de consumo por mes en el escenario 1.....	78
Tabla 10: Cálculo de consumo por mes en el escenario 2.....	78
Tabla 11: Datos extras para los escenarios de prueba.....	79
Tabla 12: Totales mensuales calculados en pesos para el escenario 1	102
Tabla 13: Totales mensuales calculados en pesos para el escenario 2	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Sencillo ejemplo de una implementación de dos LEDs parpadeando a diferente frecuencia	41
Cuadro 2: Código de inicialización del módulo gráfico.....	66
Cuadro 3: Enviar un byte a la pantalla como datos o como comando	66
Cuadro 4: Código de <i>shift-out</i> para un byte.....	67
Cuadro 5: Código para limpiar la pantalla del módulo LCD	67
Cuadro 6: Código para establecer la memoria completa del módulo LCD.....	68
Cuadro 7: Código para enviar un comando que cambia el nivel de contraste del LCD.....	68
Cuadro 8: Código para escribir texto de forma manual en la memoria del módulo LCD.....	68
Cuadro 9: Código de lectura del sensor de corriente	71

RESUMEN

Cada uno de los aparatos eléctricos que se encuentran enchufados pero que no están siendo utilizados puede y probablemente esté consumiendo energía eléctrica, consumo que es conocido como “vampiro” o consumo en modo en espera. Éste consumo es una proporción pequeña (hasta 30 watts) a la utilizada por el mismo aparato en funcionamiento, pero es constante.

Esta memoria aborda este problema, busca las actuales soluciones en el mercado y propone e implementa el prototipo de una solución mejorada. Esta solución se basa en el alcance planteado por la existencia de un sensor de consumo que pueda detectar cuando los aparatos estén en el estado de consumo vampiro.

Adicionalmente, se usan los datos proporcionados por un sensor externo (principalmente de movimiento), eventos de hora y fecha y una lógica de operación controlando dos salidas independientes para generar una relación “Maestro-Esclavo”. La relación anteriormente aludida hace reseña a la idea de que existen aparatos que sólo deberían estar energizados cuando lo hace un aparato Maestro. Entre los muchos posibles aparatos Maestros tenemos los aparatos de televisión, LCD o el gabinete de un PC.

Palabras claves: Consumo vampiro, *Standby*, Modo en espera, Prototipo, Microcontrolador

ABSTRACT

Every plugged electric appliance can be and probably is consuming electricity power when is not in use. This consumption is known as “vampire draw” or standby consumption. This draw is a small quota (up to 30 watts) of the total power used by the same device when it is in full operation, but this consumption is relentless.

This work addresses the problem searching for available solutions in the market to fetch enough facts to suggest and build a prototype of a better solution. This solution is based on the scope proposed by the existence of a current sensor that can detect when the appliances are drawing vampire power.

Furthermore, the device receives data supplied by an external sensor (mainly a movement detector), time based alarms and events, a set of logic rules and two independent outputs with an inherit relationship (called Master-Slave). The Master-Slave relationship proposes the idea about a set of Slave devices that should be energized only when the Master device is in use. Among possible Master appliances, we have TVs, LCDs and PC tower cases

Keywords: Vampire draw, Standby mode, Prototype Microcontroller

1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo inicial presentará el problema, objetivos y alcances de la memoria. El capítulo completo es relevante para comprender el origen de la problemática.

1.1 CONTEXTO

En al menos las últimas dos décadas, la conciencia por el consumo energético se ha visto promocionada de gran forma [1]. Es curioso advertir como dispositivos electrónicos hogareños malgastan la energía eléctrica principalmente en tiempos que no son utilizados, lo que se conoce como consumo vampiro. Aun considerando que el consumo vampiro suele ser muy bajo (en términos de 0,5 a 30 watts), el impacto se basa en que el consumo es constante por cada aparato que se encuentre enchufado y apagado [1].

A nivel macro, el nivel de consumo de una nación es también reflejo de su nivel de desarrollo [2]. Cuando los niveles de crecimiento económico y consumo energético crecen de forma proporcional, acoplados en una gráfica como se aprecia en la Figura 1, el escenario es representativo de un país subdesarrollado. Coincidentemente, cuando se logra un crecimiento económico en un factor independiente al crecimiento de consumo energético, es representación de comportamiento de un país desarrollado.

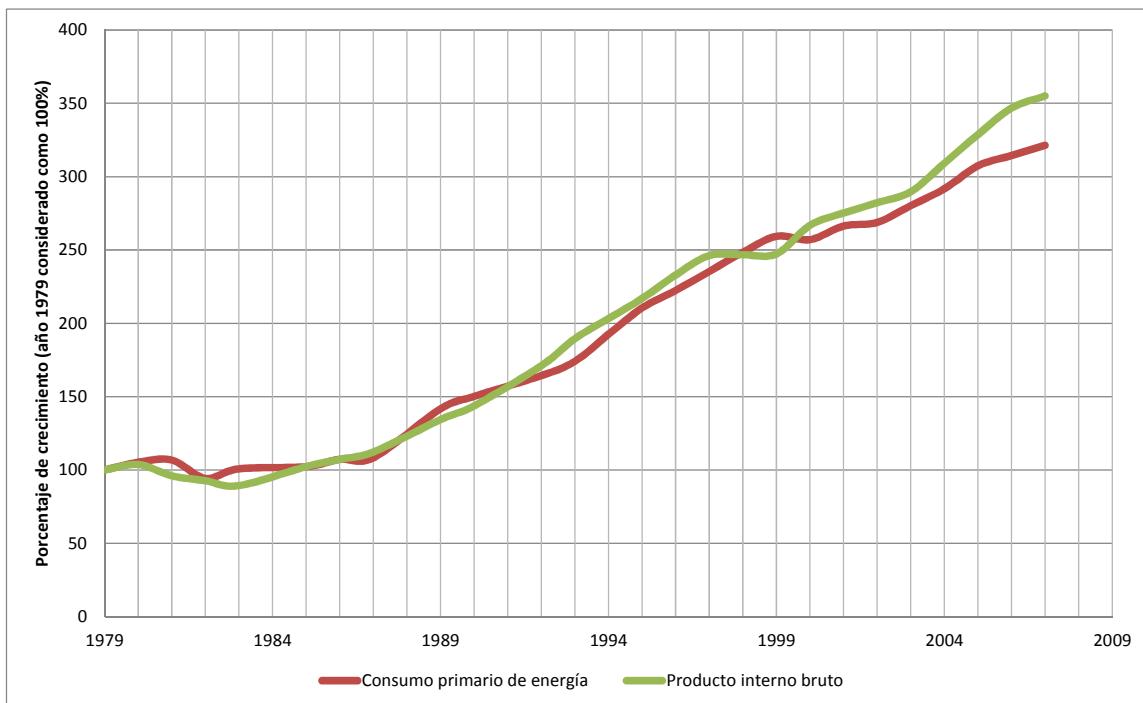


Figura 1: Crecimiento económico y consumo energético en Chile (Fuente: CNE Política Energética)

En cualquier nación, lograr mejorar los niveles de eficiencia energética contribuye a [2]:

- ❖ Apoya al crecimiento del país
- ❖ Reduce los costos de operacionales en general
- ❖ Reduce los impactos negativos al medio ambiente
- ❖ Mejora la calidad del aire y promueve la existencia de menos contaminantes

La existencia de este consumo fantasma, *standby*, vampiro o invisible es un problema presente a nivel mundial y se presenta como argumento la idea de mermar la existencia de este gasto sin alterar la vida de los usuarios involucrados. Dado lo anterior, el presente trabajo se motiva en la búsqueda de esa solución, basando el trabajo en un prototipo preliminar mostrado que implementa partes del desarrollo actual presentado en el concurso “La casa sustentable” [3] convocado por Transelec y Casa de la Paz, para luego formar parte del concurso Súmate Ahora [4], de LG Electronics.

Un caso de investigación [5] sugirió teóricamente que menos del diez por ciento de la energía de los edificios comerciales era malgastada por el consumo vampiro, sin embargo en el mismo informe se comprobó que de 32 edificios comerciales de Suiza, más de un tercio de la energía era producto de consumo vampiro por las noches y fines de semana, sin ni siquiera considerar el consumo vampiro en la jornada laboral.

Dentro de esta idea, la solución tentativa se basa en la existencia de un dispositivo entre el tomacorriente y un conjunto de aparatos. Este dispositivo intermedio controla de una forma física la conexión de los aparatos con la corriente y se basa en niveles de consumo y actividad que tengan los aparatos y la habitación en donde se encuentra.

1.2 PROBLEMA

El consumo vampiro, como se definirá en todo este trabajo, es netamente la electricidad producida por aparatos eléctricos en esos instantes cuando está apagado. La mayoría de los aparatos que permiten funciones de control remoto o con cierta calendarización de funciones, utilizan energía cuando no están siendo usados. La existencia de este consumo está asociada al diseño electrónico de cada aparato.

Cuando un aparato es bien diseñado, la existencia del consumo vampiro es inexistente o en su defecto mínima. Así, un estudio de los problemas y consecuencias, con una optimización es una ayuda eficaz para mermar los efectos de este problema.

Hoy por hoy, existen soluciones comerciales disponibles las cuales aparecen resumidas en una tabla más adelante en el Marco Teórico. Sin embargo, estas soluciones suelen ser muy costosas económicamente, inviables en la práctica o molestas en cuanto a modificaciones que requieren sobre la conducta de los usuarios de las mismas. La mayoría de los usuarios que no cuenta con ninguna de estas soluciones ni tiene presente una conducta positiva al respecto es verdaderamente porque desconocen la presencia del problema.

El inconveniente entonces está en que existen muchos aparatos en cada hogar y oficina que malgastan cantidades de energía, gasto que no se puede detectar, prevenir ni evitar sin la existencia de un dispositivo adecuado.

La solución propuesta es un dispositivo que presente el consumo en vivo (permitiendo conocer el gasto de cada aparato), haga predicciones en términos de dinero (permitiendo la prevención) y monitoree el movimiento de la habitación para desconectar inteligentemente los aparatos (solucionando el problema).

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo se sintetizan en el objetivo general y se desglosan en los específicos. De los objetivos deriva todo el trabajo de los capítulos posteriores.

1.3.1 GENERAL

El objetivo general del presente trabajo es diseñar y desarrollar un prototipo para mermar los efectos de los consumos vampiros de los dispositivos eléctricos.

1.3.2 ESPECÍFICOS

Derivados del objetivo general, tenemos:

- ❖ Proponer un mecanismo de evaluación de la eficiencia energética de dispositivos electrónicos
 - Un sitio web que presente opciones de combinaciones y escenarios para permitir estimar la eficiencia energética de aparatos
- ❖ Calcular el impacto de esta “ineficiencia” energética
 - Económica y en términos unidades de energía (kilowatts por unidad de tiempo)
- ❖ Fabricar e implementar una solución viable económica y práctica al problema
 - Obtener un diseño producible del prototipo tratado en la memoria

1.4 ALCANCES

En las limitaciones, se puede encontrar el problema de que un “monitor de consumo vampiro” necesita consumir energía de forma “vampira”. Esto quiere decir que no existe una solución perfecta en términos a que, exceptuando la coexistencia de un conmutador totalmente físico, siempre se necesitará un sistema energizado de control.

En cuanto al hardware del aparato, es posible afirmar que será de construcción con ciertas piezas de prototipado con funciones adicionales un tanto superfluas para un producto final comercial. Esto significa que internamente existen componentes que realizan otras funciones, algo que no es óptimo para un proceso de producción en donde se espera lograr el menor costo posible de producción. Un ejemplo de esto es la placa de desarrollo Seeeduino [6] que se utiliza en la primera versión del dispositivo, placa que usa una gran cantidad de componentes para facilitar el trabajo de prototipado, incluyendo un microcontrolador AVR ATmega168 [7] con disposición SMD, microcontrolador que puede ser reemplazado por una versión más económica como el ATmega48, haciendo omisión completa de la placa de prototipado Seeeduino.

Sobre el software del aparato, o en este caso firmware¹, ocupará librerías también poco aptas para su utilización en productos finales. Las librerías utilizadas son las provistas por el entorno Arduino, en particular Wiring [8]. En un proceso de producción en masa debería reprogramarse el software a código AVR nativo para excluir el *overhead*² que puede producir Wiring.

Las posibles aplicaciones de estas optimizaciones posibles, que serán tratadas en este trabajo, cobran un mayor valor con la existencia de la documentación para la evaluación y control de las mismas. La idea es implementar un sencillo sitio web que le permita a cada visitante evaluar datos sobre su entorno de artefactos eléctricos.

En este capítulo se ha presentado el proyecto a realizar y los objetivos a conseguir. A continuación, el siguiente capítulo explicará los conceptos y temáticas más relevantes. Información que será clave para los capítulos subsiguientes.

1.5 LIMITACIONES

Dada la naturaleza de la existencia del consumo vampiro y del aparato mismo, es imposible predecir de forma certera información de ahorro posible en los numerosos posibles entornos y combinaciones de aparatos. Esto se refleja en la existencia de un problema que es difuso, con muchas posibles combinaciones de aparatos diferentes y con muchas dependencias de los mismos aparatos.

El mismo SinStandby consume energía, consumo que debe evaluarse para realmente saber si es necesario utilizarlo para ciertos aparatos, los cuales podrían consumir menos.

¹ Código ejecutable embebido en el hardware (Vea el punto 2.5.1)

² Tiempo excesivo de cómputo, indirecto del propósito de la tarea

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se verán definiciones claves para la comprensión de la memoria. Se realizará un viaje conceptual sobre definiciones del consumo vampiro, soluciones existentes en el mercado, nociones de hardware y software importantes para comprender los capítulos subsiguientes.

2.1 CONSUMO VAMPIRO

El consumo vampiro es el consumo que tienen los aparatos eléctricos cuando están apagados.

Este consumo ha sido estudiado numerosas veces [9] y generalmente es causal de campañas publicitarias que le incrementan su popularidad como el principal elemento de gasto innecesario de energía por los usuarios de la red eléctrica. Numerosos informes estiman que al menos es responsable de hasta un consumo constante de 60W [10] en los países desarrollados, produciendo hasta el 1% de emisiones de carbono mundial [10].

Se estima que el consumo vampiro de los países de Europa durante un año equivale al consumo total de energía de toda Centroamérica y parte del Caribe en ese mismo año [11].

2.1.1 RESPONSABILIDAD DE LOS FABRICANTES

Tal como señala [12] luego de numerosas pruebas sobre aparatos, es evidente que los productos que son vendidos en países menos desarrollados tecnológicamente como China y Argentina son menos eficientes en términos de consumo vampiro. Por ejemplo, sería posible eliminar varias plantas energéticas si los televisores censados en China tuvieran niveles de consumo vampiro como los de Japón [12].

Esto nos pone en contexto para augurar la gran responsabilidad que tienen los fabricantes de los aparatos con consumo ineficiente. Una forma de evaluar rápidamente un artefacto de cierto

fabricante, es contando con certificaciones como *EnergyStar* [13]. Responsabilidad que iniciativas activas como la del estado de California espera sancionar [9] con nuevas normas sobre parámetros aceptables de consumo vampiro.

En términos generales, podemos usar guías de evaluación como la presentada en la “Energy Efficiency Fact Sheet” [14] con el fin de seleccionar al mejor producto y fabricante. En Chile, también podemos encontrar guías y referencias más locales, como se verá más adelante en la página 43 en el punto titulado “En nuestro país”.

2.2 POSIBLES SOLUCIONES EXISTENTES EN EL MERCADO

Hay numerosas soluciones que intentan dar alivio al problema. La más básica es desconectar los aparatos. El problema de esta solución es el requisito de cambio drástico de conducta y comodidad de las personas. Esta solución es equivalente a colocar un interruptor entre los artefactos y el tomacorrientes utilizar los enchufes múltiples con un interruptor.

Hay otras extensiones con múltiples enchufes que incluyen un control a distancia, o se configuran con uno. En último caso, tenemos los dispositivos de corte automático, domótica y automatización hogareña. Entre estos tenemos varios representantes los cuales revisaremos en la Tabla 1.

2.3 UNA SOLUCIÓN MEJORADA

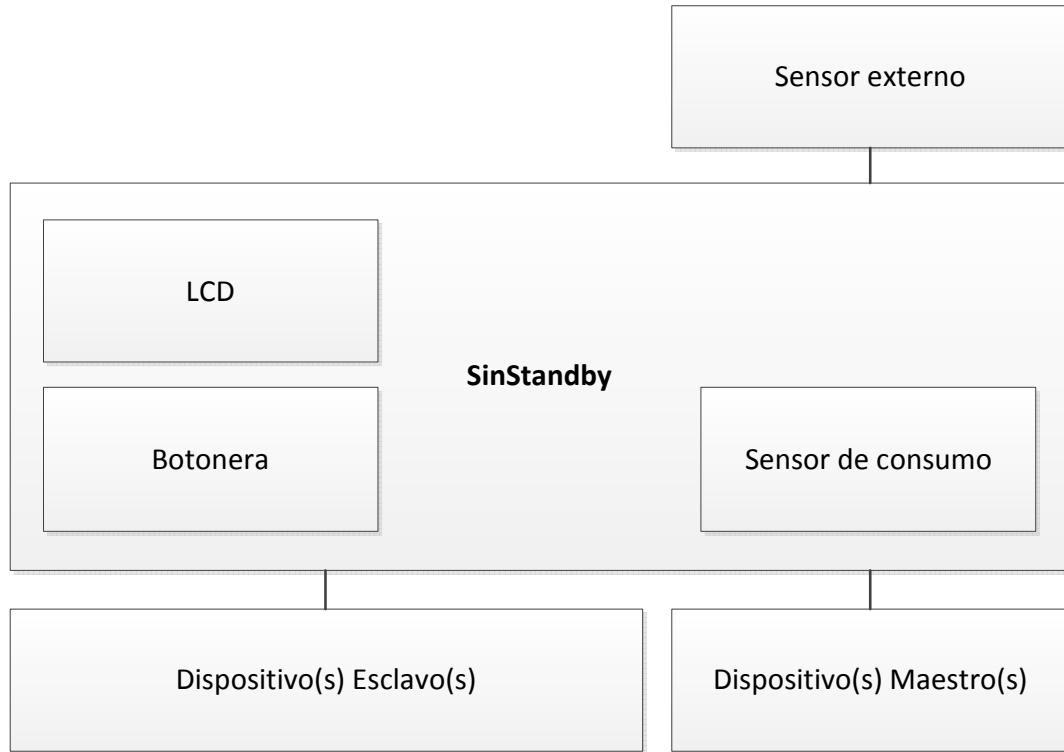


Figura 2: Propuesta de solución mejorada

Viendo las soluciones existentes es fácil combinar en SinStandby las mejoras vistas en otros dispositivos. El esquema de funcionamiento de dispositivos Maestros y Esclavos es evidente como

tendencia de la mayoría de las otras soluciones. Este esquema de funcionamiento propone que uno o varios dispositivos conectados en la salida Maestra la cual está siempre energizada, como se detalla en la Figura 3, energicen la salida Esclava y por consiguiente el o los dispositivos conectados a ella siempre y cuando en el sensor de consumo de la salida Maestra sea detectado un uso (en caso contrario se asume consumo vampiro y se desconecta la energía de la salida Esclava).

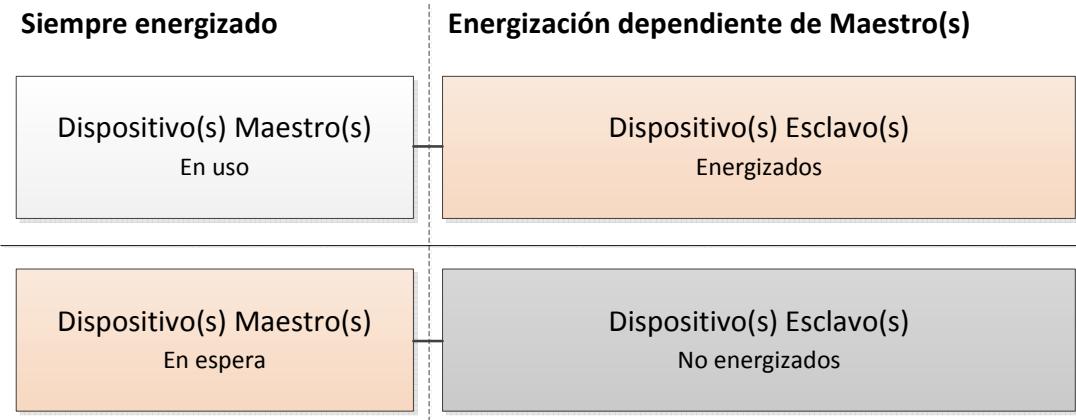


Figura 3: Esquema Maestro-Esclavo

Así, tenemos un dispositivo que tiene la combinación de las mejores soluciones. Cuenta con una pantalla para desplegar información de consumo, monitorea un sensor externo (como un sensor de movimiento) y el consumo de un aparato o conjunto de aparatos, y permite establecer aparatos Esclavos del primero.

La pantalla en esta solución permite mostrar gráficos y texto, diferenciándose de la versión anterior la cual estaba limitada sólo a caracteres. Esta característica no es sólo importante por estética, existe más espacio para información importante, los botones pueden tener etiquetas definidas directamente en la pantalla y existe un amplio espacio para texto descriptivo de cada pantalla.

Tabla 1: Comparativa de mecanismos y dispositivos para solucionar el problema del consumo vampiro

Dispositivo	Imagen	Lógica de funcionamiento	Desventajas	Detalles
Usb Eco Powerstrip		❖ Esquema Maestro-Esclavo	❖ Siempre debe existir al menos un aparato energizado ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado	Este adaptador [15] fue diseñado en EEUU y fabricado en China
Mini Power Minder		❖ Esquema Maestro-Esclavo	❖ Siempre debe existir al menos un aparato energizado ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado	Este pequeño adaptador [16] es similar a Usb Eco Powerstrip, pero de un precio mucho más reducido pues a diferencia del anterior reemplaza la serie de enchufes controlados por el enchufe Maestro con sólo un enchufe secundario (Esclavo)
Smartstrip		❖ Esquema Maestro-Esclavo	❖ Siempre debe existir al menos un aparato energizado ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado	Este aparato [17] es el más voluminoso de las posibles soluciones, cuenta con tres tomacorrientes controlados por un tomacorriente monitoreado, los demás están siempre activos

Dispositivo	Imagen	Lógica de funcionamiento	Desventajas	Detalles
Savasocket		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Control remoto configurable por infrarrojos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cambia el comportamiento del usuario ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado 	<p>Este aparato [18] modifica el comportamiento al requerir que sea el usuario el que active o desactive los aparatos conectados</p>
Savasocket Mobile		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desconexión por inactividad 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sólo usable para cargadores 	<p>La misma empresa [18] de Savasocket ofrece una versión pequeña la cual espera que la energía se reduzca menos del 66% para desconectar el aparato conectado</p>
Intellipanel		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Esquema Maestro-Esclavo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Siempre debe existir al menos un aparato energizado ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado 	<p>Este adaptador [19] es origen británico. Su diseño es similar al Smartstrip.</p>

Dispositivo	Imagen	Lógica de funcionamiento	Desventajas	Detalles
Intelliplug		❖ Esquema Maestro-Esclavo	❖ Siempre debe existir al menos un aparato energizado ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado	La misma empresa de origen británico [19] que fabrica Intellipanel, hace esta versión pequeña con el mismo funcionamiento.
Wattstopper		❖ Arquitectura de control completa	❖ Alto costo de la solución ❖ Cambios radicales en el cableado eléctrico en donde deseé utilizarse	WattStopper [20] representa un cambio de paradigma energético. Es un sistema global para toda la casa el cual puede por ejemplo desenchufar artefactos de habitaciones en las que no hay movimiento, controlar las luces y muchas otras características. El gran problema de esta solución, es que es realmente inviable económicamente para nuestro país y requiere un cambio completo del sistema eléctrico de la casa.

Dispositivo	Imagen	Lógica de funcionamiento	Desventajas	Detalles
SinStandby Original		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Detección de movimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El circuito de monitoreo debe estar siempre energizado 	<p>El SinStandby usa un sensor de movimiento y un sensor de inducción (para determinar el nivel actual de consumo).</p> <p>Así puede controlar el estado de conexión de los aparatos al mismo tiempo cuando informa de la representación en dinero del consumo por un intervalo de tiempo, totales e información adicional que le permite al usuario pasar a ser un usuario activo en la solución.</p>
Interruptor externo manual		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desconexión manual 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cambia el comportamiento del usuario 	<p>Esta solución es la forma más simple que tiene cualquier usuario para suprimir los efectos del problema del consumo vampiro. Consiste en usar un interruptor para manualmente desconectar los artefactos conectados.</p> <p>Puede considerarse cualquier adaptador eléctrico con interruptor dentro de esta categoría.</p>

2.4 HARDWARE

El hardware es la parte física de todo aparato, sin embargo es necesario indagar lo suficientemente profundo en ciertos conceptos relacionados con la parte física de la solución que será implementada en esta memoria, conceptos que suelen ser internos para cada aparato. Comprender la funcionalidad de cada pieza de forma individual nos permitirá posteriormente integrarlas en nuestra solución tentativa.

2.4.1 ARDUINO

Arduino [21] es una placa de desarrollo de prototipos que basa su funcionamiento en un microcontrolador (o una línea de ellos) de la familia AVR.

Se define como abierta, económica y versátil [21]. Es abierta pues tal como especifican los autores en [22] se proveen las fuentes en cuanto a hardware y software de forma pública. Es económica pues al ser abierta es posible adquirir la placa de desarrollo desde cualquier fabricante o incluso con mejoras y alteraciones como [6], siendo perfectamente compatible con el Arduino original fabricado en Italia [22]. Es versátil, pues en principio fue fabricada para ser multipropósito, incluyendo un lenguaje de propósito general de base como lo es C/C++ [22].

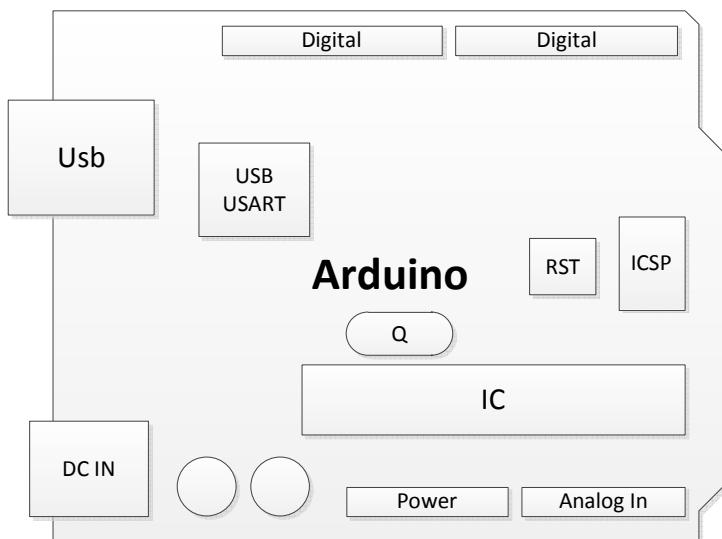


Figura 4: Esquema de componentes de la placa Arduino

Se puede ver a la placa Arduino como el punto neurálgico del dispositivo SinStandby.

Una placa de prototipado (también *Single Board Microcontroller*) como Arduino se compone de un microcontrolador integrado en un circuito electrónico específico para ese componente. La placa debe contener todo lo necesario para realizar el propósito para el que fue diseñado, como por ejemplo circuitería de entrada y salida de datos, cristal (reloj), memoria RAM y alguna forma de incluir código para ser ejecutado, como memoria flash.

Lo atractivo de la placa Arduino, aparte de su diseño accesible (puede ser fabricado por cualquier persona contando con los componentes), es que incluye en el microcontrolador un código especial

denominado *bootloader* el cual simplifica el proceso de carga de programas a la memoria flash prescindiendo del uso de un programador externo (JTAG).

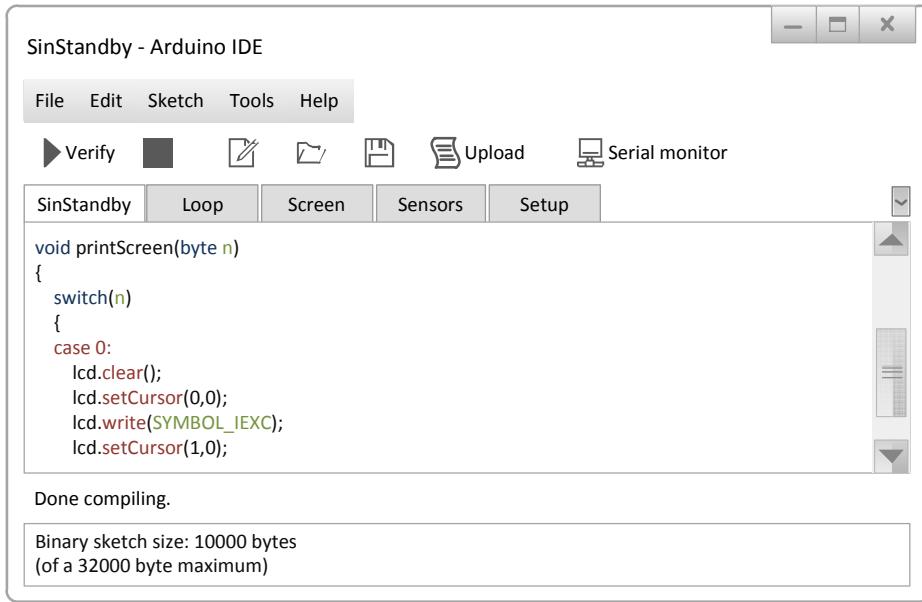


Figura 5: El entorno de desarrollo de Arduino funciona sobre Windows, Mac OS o Linux

Otro atractivo no menor es la existencia de un entorno multiplataforma de desarrollo de aplicaciones. El entorno, asume la presencia de la librería Wiring, simplificando el trabajo del programador en el diseño de aplicaciones para microcontroladores. Todo el entorno de desarrollo se basa en *Processing* [23].

2.4.2 MICROCONTROLADOR

El microcontrolador (señalado como IC1 en la Figura 4) utilizado en la placa Arduino es fabricado por Atmel [24].

Arduino utiliza la serie Atmega de microcontroladores AVR de Atmel, en particular las primeras versiones usaban el Atmega8, Atmega48 y Atmega168. Los modelos actuales utilizan principalmente el Atmega328 (que es idéntico al 168 pero cuenta con más memoria flash y RAM) y el Atmega1280 para la serie Arduino Mega.

Se suele incluir un oscilador externo, sin embargo el microcontrolador incorpora un oscilador interno que también puede ser utilizado para ejecutar código, aunque está generalmente reservado para interrupciones y otras funciones.

2.4.2.1 AVR

Es una arquitectura para microcontroladores de muy bajo coste y alta eficiencia energética. Son microcontroladores de 8 bits RISC y cuentan con una memoria flash que permite almacenar el código del programa a ejecutar.

Esta arquitectura fue desarrollada por la compañía Atmel [24] el año 1996. El código del programa debe ser cargado en la memoria del microcontrolador con lo que se denomina programador.

2.4.3 ELECTRÓNICA

Para la plena comprensión del trabajo, es necesario conocer conceptos fundamentales sobre electrónica de señales y circuitos electrónicos como lo son las señales TTL, uso de resistencias como *pull up* o *pull down*, I²C y los potenciómetros.

2.4.3.1 Señales TTL

El acrónimo TTL hace referencia a Lógica de Transistor a Transistor y es principalmente la norma de comunicación más utilizada entre transistores de electrónica de consumo, computadoras y otros instrumentos electrónicos.

Fue inventada hace más de cincuenta años y propone las especificaciones para que los fabricantes puedan desarrollar componentes completamente compatibles.

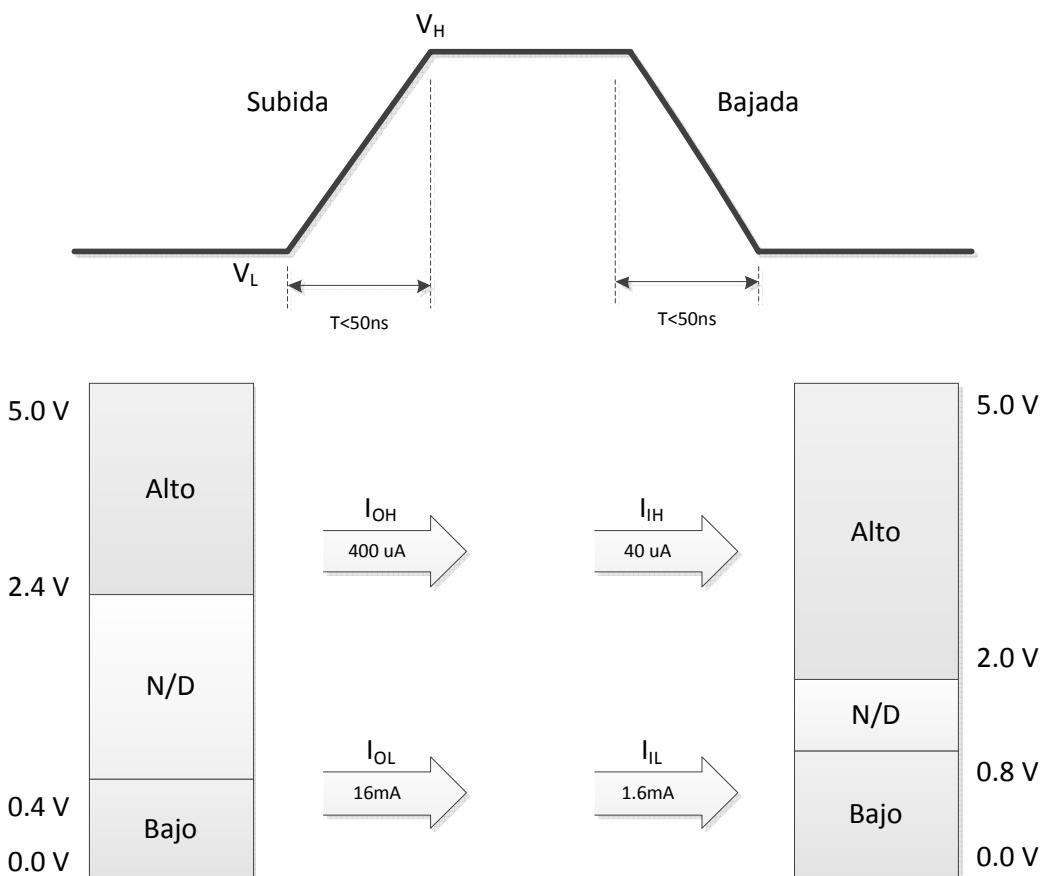


Figura 6: Especificaciones de la norma TTL en cuanto a tiempos y voltajes

TTL determina que una señal electrónica puede tener dos estados válidos, alto y bajo, incluyendo un no-estado intermedio que se considera como indefinido.

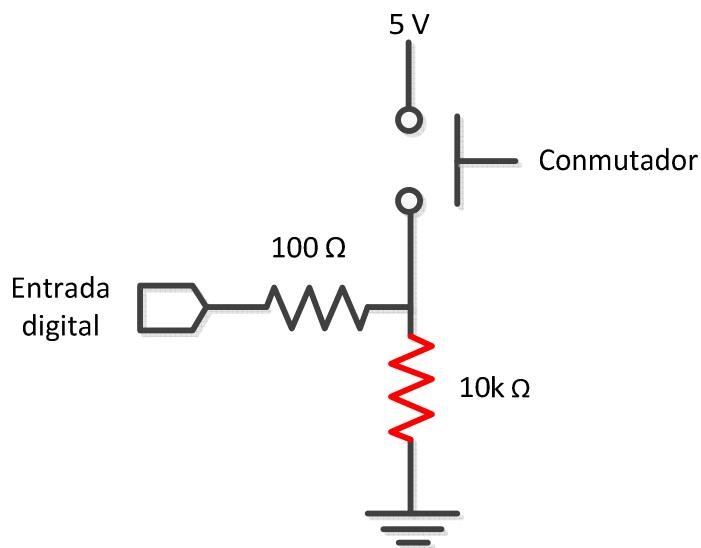
La señal tiene restricciones de tiempo en unidades de cincuenta nanosegundos (para la subida y bajada de voltaje como se puede ver en la Figura 6) y también en cuanto al rango de clase (alto o bajo) en el cual cae una señal en el punto de emisión y recepción de la misma.

2.4.3.2 Pull up/Pull down

El concepto de *pull up* y *pull down* se aplica en este trabajo específicamente relacionado con el comportamiento resistivo requerido para ciertas condiciones electrónicas.

Se utiliza una resistencia para actuar como *pull up* o *pull down* cuando se quiere mantener el rango de las señales digitales entre valores aceptables para ser clasificados como alto o bajo, tal como muestra la Figura 6.

Resistencia «Pull-down»



Resistencia «Pull-up»

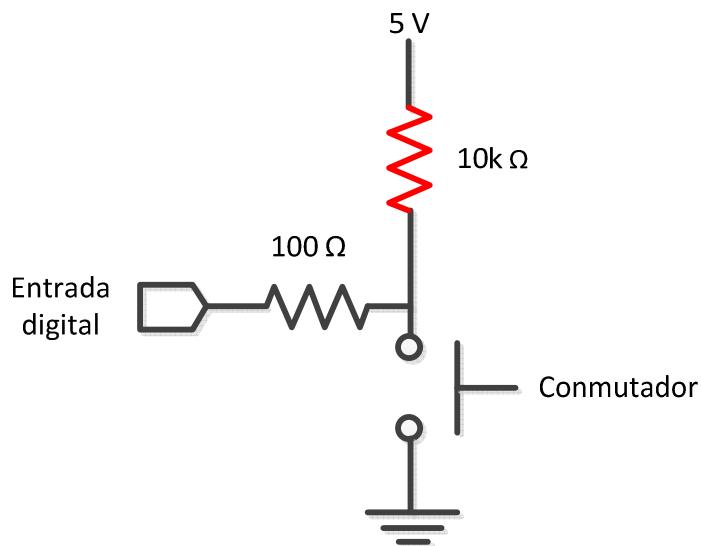


Figura 7: Diagrama del concepto *pull up* y *pull down* en un circuito TTL con un pulsador

Esta idea se simplifica diciendo que una resistencia como *pull up* intenta subir el voltaje a 5V en caso de TTL para que el sistema electrónico no quede en un estado de alta impedancia (lógica de

tres estados), que es equivalente a cuando una parte del circuito no está conectado a nada. De forma equivalente una resistencia en *pull down* intenta bajar el voltaje a 0V.

2.4.3.3 Bus I²C

Este concepto representa una normativa eléctrica y lógica inventada por Phillips con el fin de intercambiar datos (de ahí su nombre en inglés *Inter Integrated Circuit*) en periféricos electrónicos.

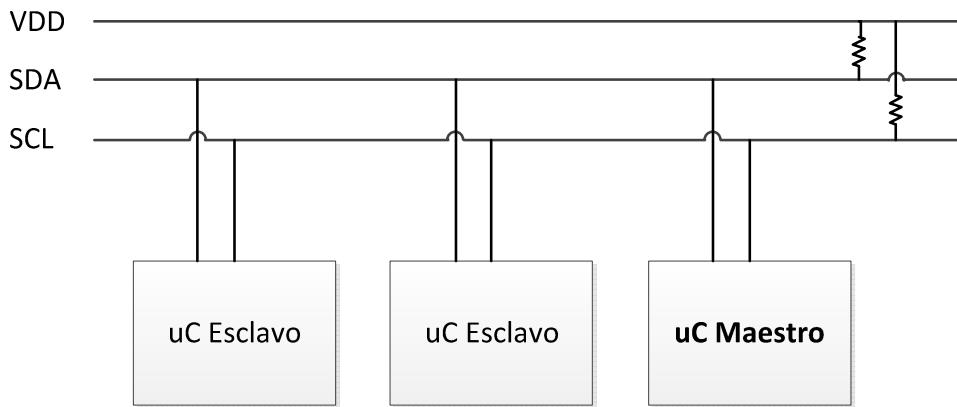


Figura 8: Esquemático simple de una red I²C

La Figura 8 muestra una configuración posible de I²C en donde se pueden apreciar de forma implícita las dos únicas líneas requeridas por I²C. La primera, señalada como SDA (*Serial Data Line*) en la Figura 8 transporta los datos y SCL (*Serial Clock*) proporciona una referencia de reloj, de forma análoga a la apreciada más adelante en la descripción del Bus de datos (página 38).

Las líneas SDA y SCL suelen usar voltajes TTL, pero el protocolo no restringe el uso de otros voltajes según la aplicación.

2.4.3.4 Potenciómetro

Es un dispositivo similar a una resistencia, pero en donde el valor de la misma puede ser variado dentro de un rango determinado por el fabricante. Hay versiones analógicas y digitales, sin embargo no es recomendable utilizar ninguna de estas en electrónica que utilice altas corrientes por su poca capacidad de disiparla.

Suelen ser utilizados para regular condiciones en circuitos electrónicos, como por ejemplo una frecuencia o rango. En los módulos LCD es posible encontrar un potenciómetro para ajustar el contraste de la pantalla, sea en su forma analógica o digital controlado por una interfaz SPI, I²C o similar.

2.4.4 SENSOR DE MOVIMIENTOS BASADO EN INFRARROJOS

Aunque la radiación infrarroja no es visible a simple vista, aparatos electrónicos como sensores de movimiento, de temperatura y mecanismos de control remoto suelen utilizarla por su capacidad de ser detectada.

Como los cuerpos emiten radiación infrarroja, un sensor de movimientos basado en infrarrojos puede detectar cambios en una habitación realizando mediciones de forma pasiva en intervalos de tiempo determinados. Se dice que el sensor de movimientos es pasivo por su característica de no emitir ninguna radiación, sino sólo recibirla (siendo ideal para sistemas de trabajo continuo como alarmas por su bajo consumo eléctrico).

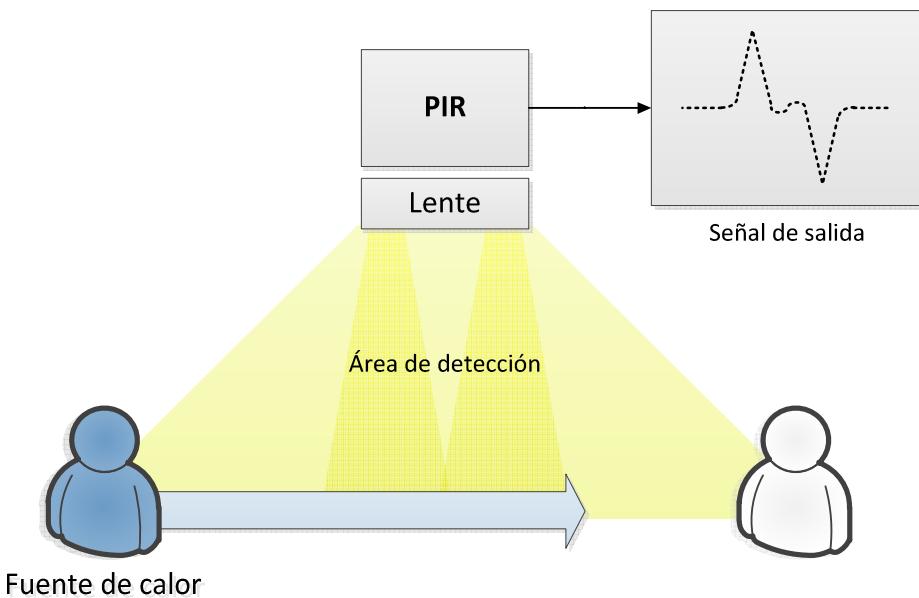


Figura 9: Diagrama de un ejemplo de sistema de detección de movimientos

Internamente cuentan con un sensor piroeléctrico, una lente de fresnel y un circuito integrado. El diseño de la lente es un punto importante según los movimientos y entorno en donde se deseé utilizar el sensor.

Un lente de fresnel es un tipo particular de lente que posee una gran apertura en un volumen mucho menor al requerido por una lente convencional. Esto se logra manufacturando el lente con una serie de segmentos concéntricos en donde cada anillo enfoca más la luz hacia el centro como se aprecia en la Figura 10.

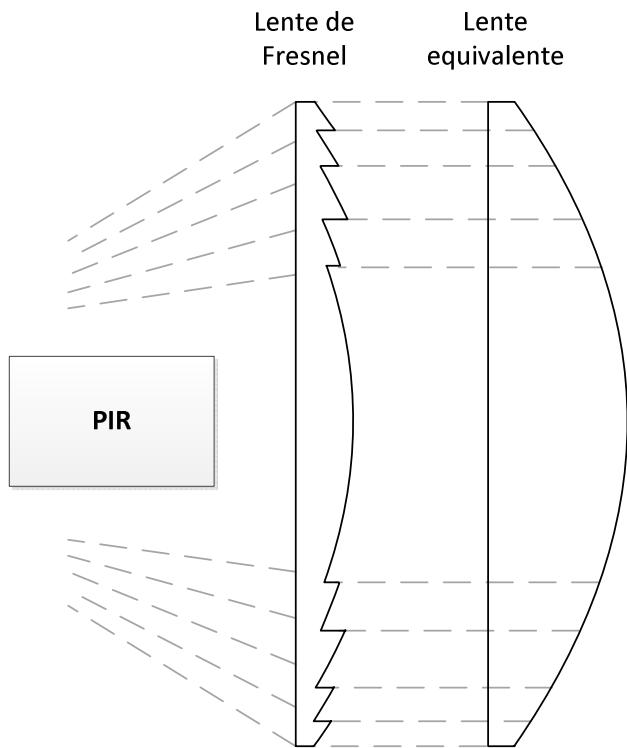


Figura 10: Lente de fresnel usado en conjunto de un PIR

Las aplicaciones iniciales de este tipo de lente eran para la utilización en faros, pues permiten concentrar la luz para alcanzar grandes distancias. Pensando en este concepto, fácilmente podemos extrapolar su uso a un sensor de movimiento, en donde se necesita el efecto contrario, pues el área del sensor piroeléctrico es pequeña y es necesario concentrar las emisiones de luz infrarroja de una habitación en ese punto para obtener las lecturas que revelen movimientos en la habitación.

2.4.5 SENSOR DE CONSUMO ELÉCTRICO

Un sensor de consumo es un dispositivo que mide el gasto, en este caso de energía eléctrica, por unidad de tiempo. La equivalencia principal para la medición del consumo viene dada por la ecuación de la Figura 11 y usa en SI las unidades voltio, ampere y watts, así como segundos para los intervalos de tiempo.

$$W = J/s$$

$$W = VA$$

Figura 11: Ecuaciones para el cálculo del consumo eléctrico

Como se ve en las ecuaciones, al ser J (Joule) una unidad de medida de trabajo, es posible extrapolar este concepto a que un watt es el trabajo producido por un amperio multiplicado por la diferencia de potencial en voltios, considerando así que ese será el valor del consumo energético instantáneo.

Para efectos prácticos, se suele considerar el consumo en watts por 3600 segundos (Wh).

2.4.5.1 Inducción Electromagnética

Cuando la corriente fluye a través de un conductor, se genera un campo magnético alrededor de él. Esto es lo que básicamente llamamos inducción electromagnética. [25]

Este fenómeno de inducción electromagnética va fuertemente unido al concepto de medición del consumo cuando la técnica requerida para medir el mismo es indirecta, es decir cuando no se puede, o no es práctico, colocar un *bypass* en el circuito.

Aprovechando este fenómeno, los amperímetros de tenazas realizan una lectura de la corriente que está pasando por una fase y puede ser medido el consumo con la relación vista en la Figura 11.

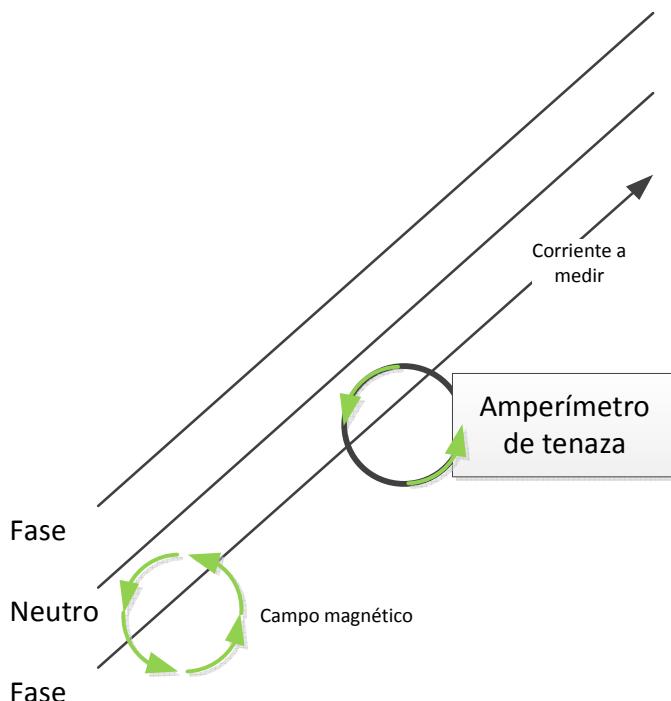


Figura 12: Medición de la corriente en una fase del cable con un amperímetro de tenaza

2.4.6 CONTROL DE DISPOSITIVOS

Adicionalmente a la medición de consumo de los aparatos, se requiere un mecanismo de control para poder desactivar selectivamente aparatos eléctricos conectados, usando energía vampiro. En cuanto a formas de control de dispositivos existen mecanismos de estado sólido (como transistores y optoacoplados) y otros mecánicos (como un relé).

En este trabajo nos interesan principalmente los mecánicos para posibles grandes cargas requeridas por aparatos domésticos y los de estado sólido para componentes electrónicos internos.

2.4.6.1 Transistores

En electrónica, un transistor es un semiconductor que puede llevar a cabo varias funciones como por ejemplo amplificar señales como también actuar como un conmutador [26]. Para el caso de este trabajo, sus funciones como conmutador son las más importantes. Un transistor tiene tres terminales

y en la Figura 13 se pueden apreciar que los terminales son llamadas base, emisor y colector (para un transistor bipolar).

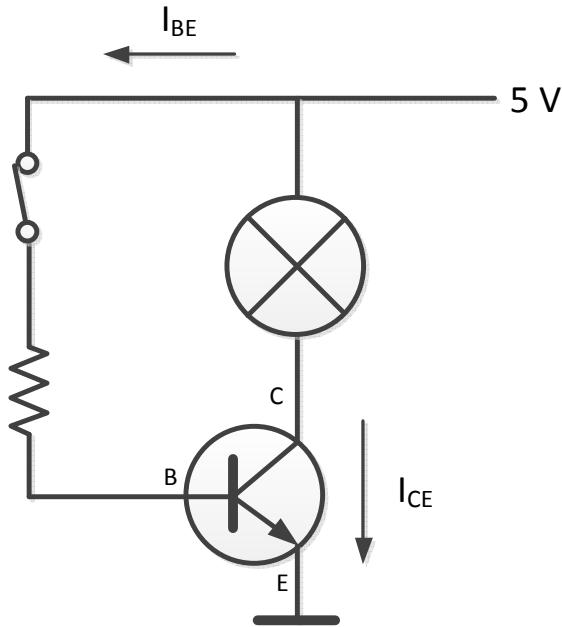


Figura 13: Diagrama de un transistor utilizado como conmutador

Dentro de la lógica TTL vista en esta misma sección, el estado apagado o encendido del aparato conectado como aparece en la Figura 13 puede ser establecido mediante una salida digital del microcontrolador conectado a la base del transistor.

2.4.6.2 Optoacoplador

Un optoacoplador (también optoaislador, aislador acoplado ópticamente o en inglés *opto-isolator*, *optical coupling device*, *optocoupler*, *photocoupler*, o *photOMOS*) cumple las funciones de un transistor como conmutador, pero aísla eléctricamente los circuitos pues la transferencia de la señal de activación del interruptor se produce por medio de un fenómeno óptico.

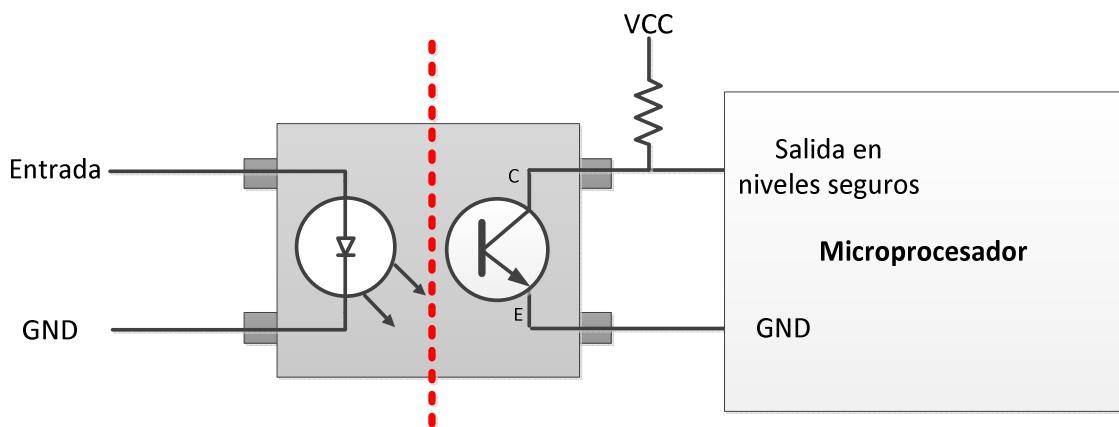


Figura 14: Esquema interno y funcionamiento de un optoacoplador

Como se puede ver en la Figura 14, un optoacoplador tiene dos partes funcionales. La parte de emisión de señales y de recepción (con un fototransistor) que permite separar los voltajes.

2.4.6.3 Relé electromecánico

Este componente permite interrumpir o permitir el paso de corriente de forma mecánica. Cuando una bobina es energizada, produce un campo magnético que a su vez mueve la pieza la cual conecta o desconecta los contactos.

Suelen poseer dos estados (salidas) independientes cuando no están energizados, uno es el llamado NC (normalmente conectado) y el otro se denomina NNC (normalmente no conectado) y el diseño del código de control de este componente debe considerar ambos estados. Al ser energizados, cada estado cambia al complementario, entonces el NC pasa a ser NNC y viceversa por lo que se puede pensar incorrectamente que el impacto de la decisión del estado base no tiene importancia. Aunque ambas salidas puedan trabajar en ambas modalidades, si una se requiere por mayor porcentaje en el tiempo, deberá asignarse a la que normalmente está en ese estado.

Esto puede ser contradicho si se realiza un análisis de usabilidad el cual determine lo contrario. Un caso de esto es cuando es útil o eficiente contradecir esta regla. Ejemplificando esta idea, en el modelo original de SinStandby es posible utilizar el tomacorriente como un alargador normal si se pierde la conexión con el módulo que tiene el sensor de movimiento, la botonera y la pantalla.

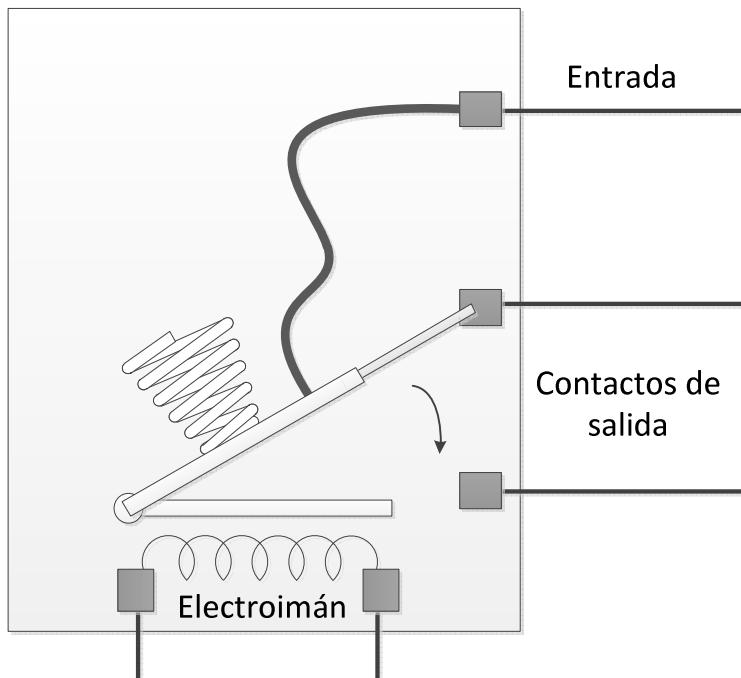


Figura 15: Partes y funcionamiento de un relé electromecánico

Una ventaja del relé (también *relay*) electromecánico es su capacidad de manejar cargas muy superiores a las proporcionadas generalmente por otros componentes de estado sólido, teniendo un voltaje de ruptura muy alto.

Las desventajas son claramente la fiabilidad y el tiempo de respuesta. Al ser un componente móvil, como lo representa la Figura 15 esquematizando su funcionamiento, tiene una predisposición mayor a fallar y según el fabricante el tiempo de respuesta puede variar desde milisegundos hasta una fracción de segundo.

2.4.7 RELOJ DE TIEMPO REAL

Un RTC (por las siglas en inglés de *Real Time Clock*) es un circuito independiente que mantiene y actualiza la hora. Este dispositivo se compone de un oscilador, una pequeña memoria y una circuitería simple de control.

El oscilador de un RTC suele ser un reloj de cuarzo, sin embargo pueden utilizar otras fuentes de oscilación según la precisión requerida por el sistema. La memoria almacena los datos de la hora y muchas veces los de la fecha. Es posible encontrar la memoria y la lógica de controlador embebidos en un integrado que sólo requiere el oscilador externo como el que se puede ver en la Figura 16.



Figura 16: Módulo RTC que usa el típico integrado DS1307

Asimismo, la lógica de control usa la oscilación del reloj para mantener actualizados los datos y realizar los cálculos pertinentes basados en los límites de la hora y fecha. Se debe usar una fuente de energía de respaldo proporcionada por una pila alcalina, recargable o capacitor cuando se desea que los datos sean mantenidos cuando el dispositivo principal es desconectado de la fuente de energía.

Aunque un microcontrolador debe tener constancia de una unidad de tiempo para funcionar correctamente, esta puede tener otra precisión e independencia de la provista por el RTC. Así, un reloj de tiempo real es mayormente utilizado en escenarios en que se requiera un mecanismo basado en alarmas de tiempo, horas y fechas.

2.4.8 PANTALLA LCD

Para desplegar los datos y gráficos se requiere una pantalla LCD de matriz de puntos. LCD es el acrónimo de pantalla de cristal líquido (por el término anglosajón *liquid crystal display*) y se refiere a una superficie generalmente retroiluminada o con algún sistema de reflexión de luz que permite mostrar imágenes, formas y texto por medio de puntos o segmentos negros, grises o de color.

Para el problema abordado por el actual trabajo, deben introducirse las formas de comunicación entre el módulo de pantalla LCD y un microcontrolador. En términos simplistas, la comunicación con módulos gráficos se realiza por medio de dos métodos, uno es la transmisión con un bus de datos y en serie.

2.4.8.1 Bus de datos

En temas generales, este concepto hace alusión a la existencia de una transferencia de datos que usa un canal de un ancho determinado de bits que son transferidos de una única vez (comúnmente gobernado por un circuito oscilante). Esto significa que los datos son transmitidos en un lote por vez, de forma paralela.

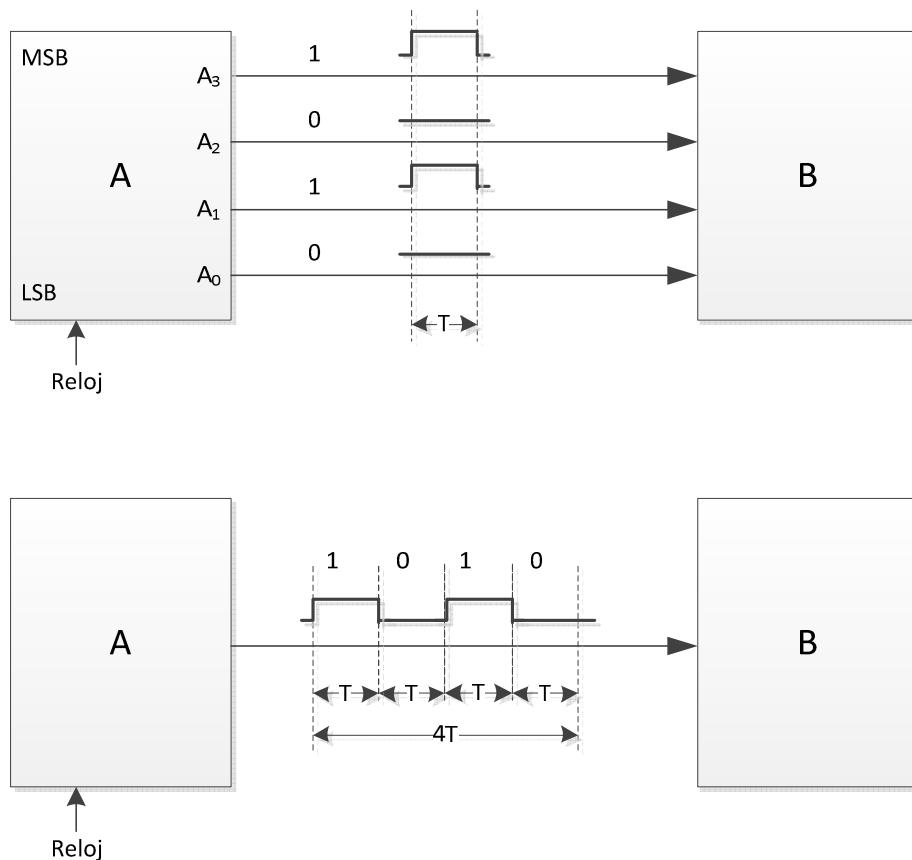


Figura 17: Transmisión de datos en paralelo (arriba) versus transmisión en serie (abajo)

En cuanto al módulo LCD, el mismo concepto se usa para especificar cómo controlaremos lo que despliega la pantalla y también cómo mandaremos los comandos necesarios para manejar otras funciones (como el nivel de contraste, luz de retroiluminación y otras).

En combinación con las líneas del bus de datos (que para módulos pequeños suelen ser cuatro u ocho), existen otras líneas de control que determinan “estados” y operaciones que se efectuarán sobre los datos del bus.

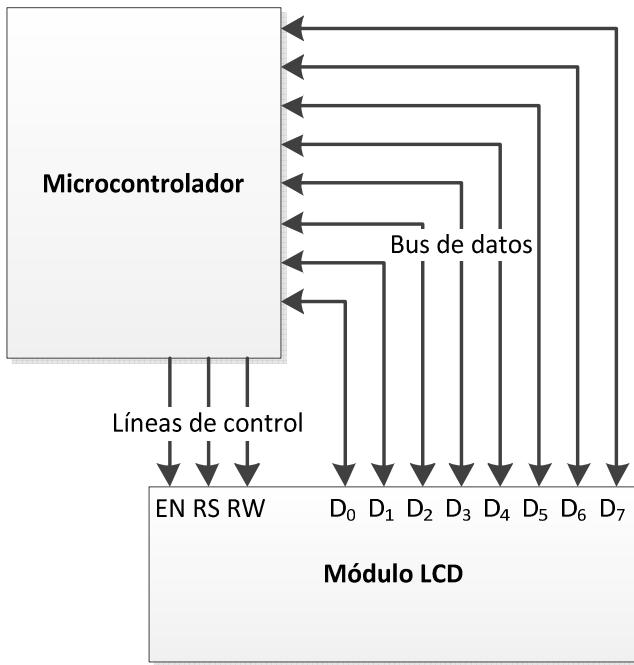


Figura 18: Diagrama de las líneas de control y bus de datos de 8 bits enlazando el microcontrolador con una pantalla LCD

Éstas líneas de control suelen ser nombradas como EN (*enable*), RS (*register select*) y RW (*read/write*). Como su nombre completo en inglés lo sugiere sirven para habilitar el envío de datos, asumir los datos del bus como un comando interno o datos a desplegar y escribir o leer datos desde o hacia la memoria de la pantalla, respectivamente.

2.4.8.2 Transmisión de datos en serie

Este concepto hace alusión a la existencia de una transferencia de datos que usa una única línea para transferir datos por vez (comúnmente gobernado por un circuito oscilante). Esto significa que los datos son transmitidos de uno en uno, como si se tratara de un cable único. [27]

En cuanto a microcontroladores, cuando la velocidad de transmisión y procesamiento de ambas partes es suficientemente amplia como para permitir transmisión en serie, se prefiere al uso de bus de datos por su simplicidad.

2.5 SOFTWARE

La programación del firmware del dispositivo será usando la librería C/C++ llamada Wiring [8]. Esta librería proporciona una abstracción superior en cuanto al acceso de funciones del chip AVR.

2.5.1 FIRMWARE

Es el componente de software de dispositivos electrónicos [28]. Como norma general, aunque no hay una distinción clara en cuanto a porqué un software es considerado firmware, para efectos de esta memoria se hablará de firmware cuando se relacione estrechamente con el código compilado y cargado en un microcontrolador.

2.5.2 PROCESAMIENTO MULTIHILO EN MICROCONTROLADORES AVR

El término multihilo (o *multithread*) hace referencia a la capacidad de ejecutar múltiples tareas en una única unidad de proceso. [29]

Debido a las limitaciones de los microcontroladores utilizados en la familia Arduino es necesario buscar alternativas para mantener el tiempo de respuesta en niveles adecuados cuando se utilizan múltiples sensores y entradas de usuario. Cambiando el diseño del microcontrolador, se puede lograr una elevada performance para el manejo de múltiples hilos (*threads*) como ejemplifica [30].

2.5.2.1 Protohilos

Los llamados protohilos (o *protothreads*) son una forma de implementar la ejecución de múltiples tareas utilizando un mínimo de memoria. Su implementación elimina la existencia de una pila, por lo que cuando se realiza un cambio de contexto todas las variables compartidas deben ser variables globales. [31]

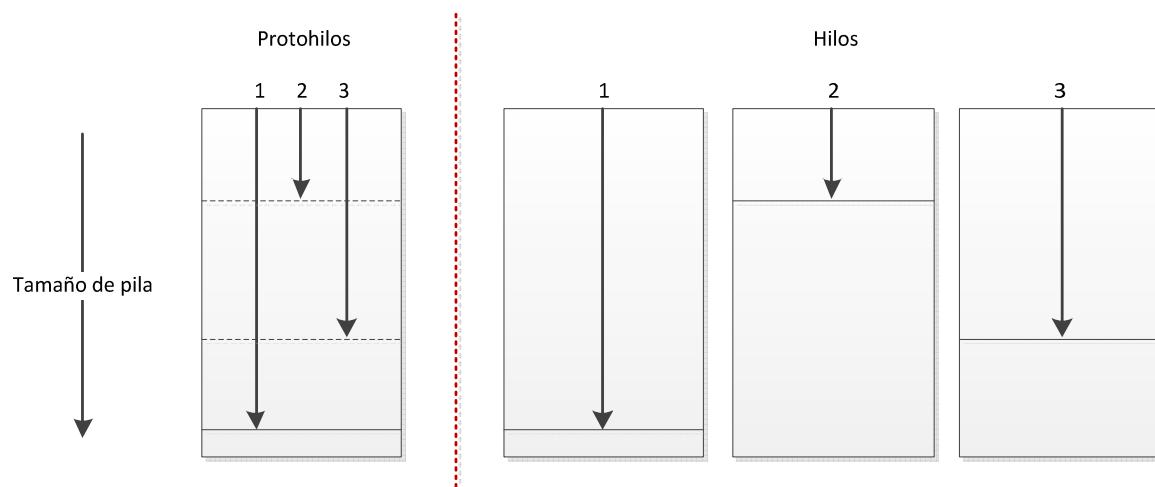


Figura 19: Comparación de tres hilos con su símil implementado con protohilos

Cada protohilo añade sólo dos bytes de *overhead*. No pueden ser interrumpidas en cualquier instante. Así, un cambio de contexto sólo ocurre sobre operaciones bloqueantes. [31]

2.5.2.2 Diseño simple basado en interrupciones

Para simplificar el trabajo con múltiples tareas que no son necesariamente ejecutadas en forma sincrónica, es posible explotar las posibilidades provistas por la librería Wiring.

El código del Cuadro 1 muestra en detalle el uso de *millis* para mantener dos frecuencias diferentes de parpadeo en LEDs conectadas a una placa Arduino.

```
#define ledPin1 11
#define ledPin2 12

#define led1Cycle 100U
#define led2Cycle 275U

unsigned long led1LastMillis = 0;
unsigned long led2LastMillis = 0;

boolean led1State = false;
boolean led2State = false;

boolean cycleCheck(unsigned long *lastMillis, unsigned int cycle)
{
    unsigned long currentMillis = millis();
    if(currentMillis - *lastMillis >= cycle)
    {
        *lastMillis = currentMillis;
        return true;
    }
    else
        return false;
}

void setup()
{
    pinMode(ledPin1, OUTPUT);
    pinMode(ledPin2, OUTPUT);
}

void loop()
{
    if(cycleCheck(&led1LastMillis, led1Cycle))
    {
        digitalWrite(ledPin1, led1State);
        led1State = !led1State;
    }
    if(cycleCheck(&led2LastMillis, led2Cycle))
    {
        digitalWrite(ledPin2, led2State);
        led2State = !led2State;
    }
}
```

Cuadro 1: Sencillo ejemplo de una implementación de dos LEDs parpadeando a diferente frecuencia

2.5.3 WIRING

La librería Wiring [32] es una integral del concepto propuesto por Arduino y tiene como objetivo simplificar la utilización de funciones del microcontrolador AVR. En la terminología utilizada por el proyecto Arduino se suele considerar a Wiring un lenguaje de programación y no una librería por su forma de integración en Arduino IDE [8].

Tabla 2: Algunas operaciones con la utilización de Wiring

Operación	Wiring
Cambiar el modo de un pin digital de entrada o salida	<code>pinMode(PIN,OUTPUT);</code>
Iniciar la comunicación serial en el UART	<code>Serial.begin(BAUD_RATE);</code>
Escribir un valor alto en un pin determinado	<code>bool v = digitalWrite(PIN);</code>
Leer un valor análogo	<code>int v = analogRead(PIN);</code>

Una de las desventajas que añade Wiring es un *overhead* debido al control de errores [33] y simplificaciones que realiza [34] desde el punto de vista del usuario. Otra desventaja es que la abstracción de los conceptos produce complicaciones cuando se desea crear un código que intente usar al máximo las capacidades del microcontrolador [35], como por ejemplo en cuanto a interrupciones, componentes internos del microcontrolador [36] y manejo de la memoria.

2.6 LA PARADOJA AL ELIMINAR EL CONSUMO VAMPIRO

Hay ciertos dispositivos que indispensablemente requieren estar activos. Entre ellos están, pero no se limitan a:

- ❖ Aparatos de televisión CRT, LCD, Plasma o LED
- ❖ Dispositivos que tengan un control remoto
- ❖ Aparatos que tengan un indicador lumínico o reloj
- ❖ Aparatos que puedan programarse para acciones basadas en un horario
- ❖ Cargadores y adaptadores

El hecho de eliminar este consumo vampiro sin alterar la funcionalidad de los aparatos es imposible y en efecto, las posibles soluciones que podrían reducirlo sin alterar el comportamiento de los usuarios requieren, paradójicamente, energía mientras están apagados.

2.7 EN NUESTRO PAÍS

En Chile, tenemos normativas existentes como la etiquetación obligatoria de ciertos aparatos eléctricos, como refrigeradores, congeladores, ampolletas, hornos de microondas y algunos motores eléctricos [37] con una etiqueta similar a la de la Figura 21. La exigencia de etiquetas para estos aparatos se basa en estudios como el efectuado el año 2005 por el CNE, resultados presentados en la Figura 20. Para el presente año, se estudia la incorporación de artículos de entretenimiento, como sistemas de televisión CRT, LCD, Plasma, LED [37].

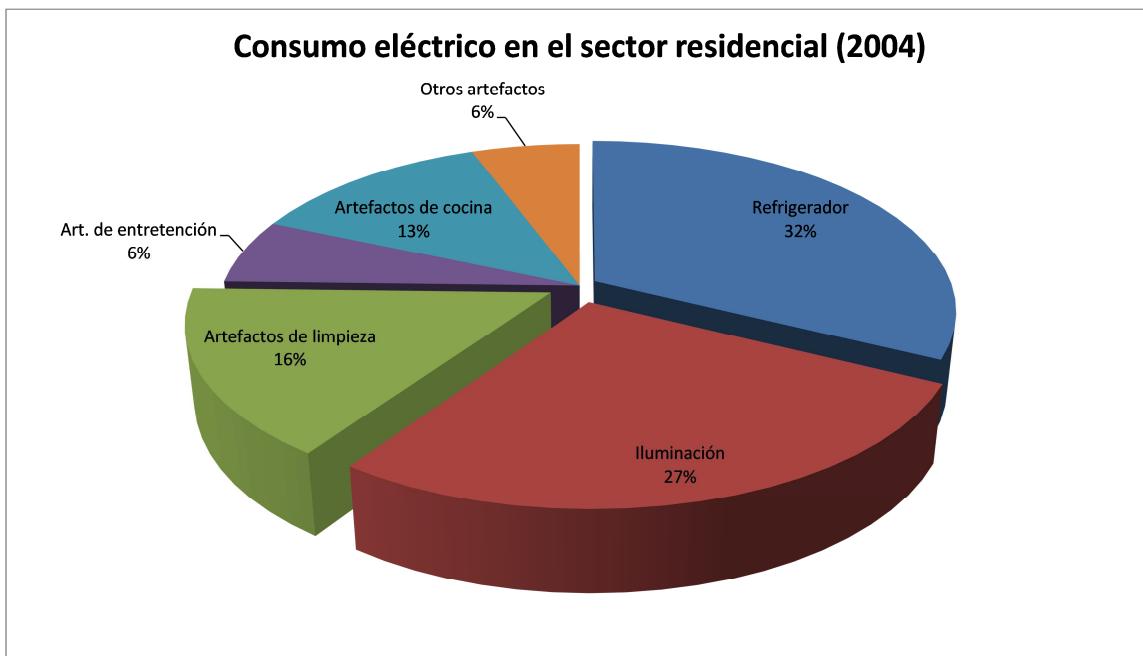


Figura 20: Porcentajes de consumo eléctrico hogareño en Chile (Fuente: CNE, 2005)

Como referente, la superintendencia de electricidad y combustibles [38], mediante el programa país “Eficiencia Energética” vela principalmente porque en el ámbito de productos eléctricos comercializados en nuestro país no constituyan un peligro para las personas o cosas. Esto limita el

actuar del organismo mismo en cuanto a las restricciones que pueda aplicar en ámbitos de consumo vampiro limitando su actuar basados en la certificación de productos (D.S. número 298).

La certificación también asume una transferencia de sellos y etiquetas para productos que sean acreditados externamente por un organismo de Acreditación signatario de IAF (Artículo 21 y 22 D.S número 298). Para el año 2009, un total de más de 54 países cuentan con estos mecanismos de acreditación, constituyendo más del ochenta por ciento de la población mundial como se aprecia en la Figura 22. El sello utilizado en nuestro país incluye el consumo vampiro (modo en espera) cuando el artefacto eléctrico suele no ser utilizado de forma constante, como en un horno de microondas.

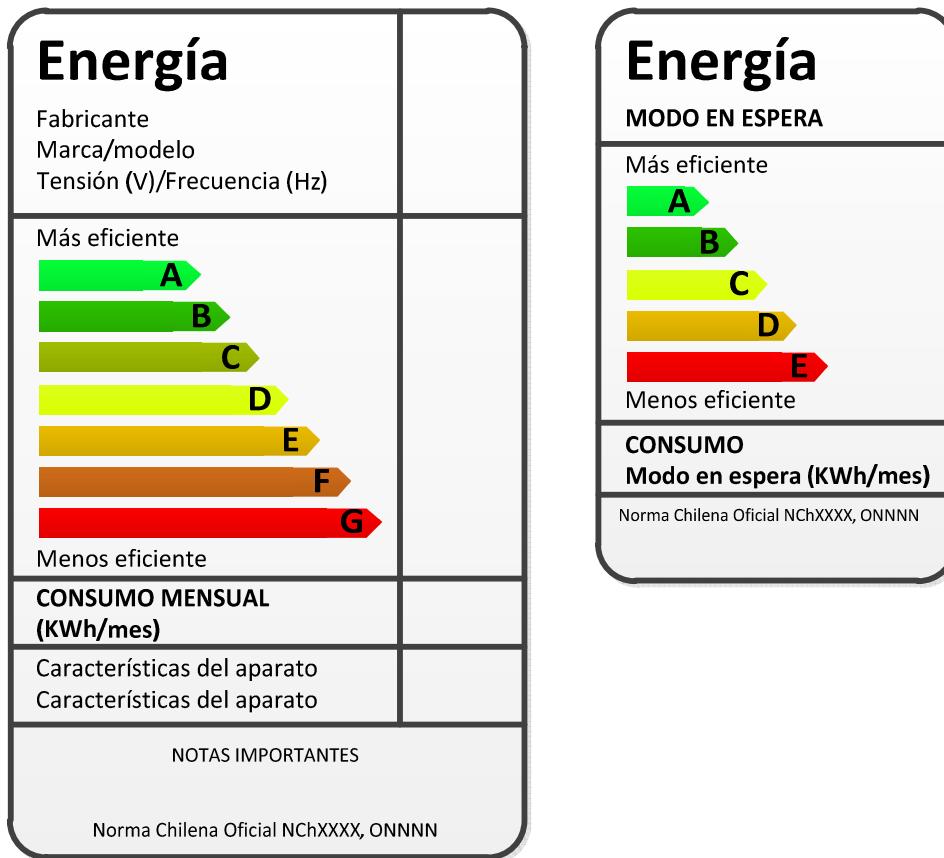


Figura 21: Estilos de etiquetas obligatorias en Chile para ciertos aparatos eléctricos

Durante el transcurso del desarrollo del presente trabajo, en Chile, no se encontraron documentos válidamente referenciables que hablaran del consumo vampiro, sus consecuencias y efectos, adicionales a los listados en este punto.

A pesar de esto, existen iniciativas colaterales como la Expo Eficiencia Energética [39], Concursos [4] [3] y campañas publicitarias [40].



Figura 22: Etiquetado de certificación energética en países del mundo al año 2009 (Fuente: [41])

2.8 RESUMEN DEL CAPÍTULO

En este capítulo se ha presentado el marco teórico que engloba el tema de esta memoria. Partiendo por la necesaria definición del concepto de consumo vampiro y las posibles soluciones encontradas en el mercado actual.

Entre las soluciones existentes, las posibles alternativas viables en cuanto a costos no se pueden proponer como una solución íntegra al problema, pues precisan cambios de comportamiento del usuario o no eliminan el gasto energético adicional de forma permanente. Por otro lado, Wattstopper [20] se presenta como solución completa, pero su enfoque representa una revolución químérica por los altos costos que conlleva. Así, fundamentada la búsqueda de una solución, tenemos una propuesta de solución y la terminología de hardware y software requeridos para su comprensión.

En temas de hardware fueron abarcados los conceptos de Arduino como placa de prototipado, el microcontrolador, conceptos de electrónica fundamentales y componentes menores como los sensores, el reloj de tiempo real y el módulo LCD. Pasando al software, se abarcó el concepto de firmware, sencillas nociones de procesamiento multihilos y la librería Wiring, usada por la placa Arduino.

A continuación, el siguiente capítulo comenzará a describir las metodologías del trabajo y construcción de modelos necesarios.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se indagará en los métodos que se utilizarán en el transcurso de la memoria para alcanzar los objetivos propuestos en el capítulo anterior. La base de los pasos considerados a continuación, será una adaptación del método tradicional de la investigación científica propuesto en [42], la que permite preparar un método a utilizar para el desarrollo del prototipo.

3.1 PRELIMINARES

Con la propedéutica proporcionada por los capítulos de introducción y el marco teórico, ya es posible sistematizar los métodos y las técnicas necesarias para la realización de la investigación y en términos de la construcción del prototipo y la comprobación de la efectividad del mismo.

3.1.1 TÍTULO

Partiendo con las bases de la investigación necesitamos un título que defina en una primera instancia el propósito, los alcances y resultados esperados. En este caso la investigación se enmarca en el título “Estudio, optimización y prototipado de mejoras de consumo energético para aparatos electrónicos en tiempos de consumo vampiro”.

El importante así considerar que el título será el principal informador de lo que toda la investigación persigue.

3.2 MARCO TEÓRICO

Es necesario disponer de un cuerpo sólido de teorías que fundamenten la investigación propuesta. De éste surgirán aspectos conceptuales que sustentarán la hipótesis.

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es importante presentar un problema conciso a resolver con el trabajo de la investigación. En la actual investigación es, como se presentó en el capítulo introductorio, la posibilidad de disminuir el consumo vampiro que tienen ciertos aparatos (o conjunto de aparatos) cuando no son utilizados.

3.2.2 CONSECUENCIAS

El dispositivo de reducción de consumo vampiro tiene grandes aplicaciones futuras para cualquier tipo de aparato eléctrico. El mismo dispositivo permite adicionalmente hacer análisis de consumos y gastos de forma activa a los usuarios, produciendo otros cambios aparte de los implícitos por su uso.

3.3 OBJETIVOS

Los objetivos previamente definidos pueden ahora encasillarse casi como consecuencias comparables derivadas de la hipótesis, pasando a ser directamente objetivos de la investigación.

El objetivo general entonces se mantiene inalterado y está estrechamente relacionado con el título de la investigación misma: “El objetivo general del presente trabajo es estudiar y calcular efectos de los consumos vampiros de los dispositivos, sus causas y proponer soluciones implementándolas a modo de prototipo.”

Dentro de los objetivos directos encontramos claramente creación o adaptación de la manera en cómo medir tal eficiencia energética de los aparatos y de la solución.

Como objetivo evaluable tenemos la justificación de la utilización del dispositivo, su capacidad de proporcionar una elevada usabilidad a nivel de usuario del aparato y la comprobación de la eficacia del mismo en términos económicos.

Finalmente, tenemos los alcances futuros, analizar su posible integración en dispositivos existentes, en soluciones de domótica actual y mejoras al diseño mismo del aparato.

3.4 METODOLOGÍA

La metodología con que se llevará a cabo la presente investigación tiene varios puntos significativos que serán detallados a continuación. Dentro de los más importantes se encuentra la metodología de desarrollo que será utilizada luego de tener un marco contextual suficiente para comenzar con la implementación del dispositivo.

3.4.1 DISEÑO

Clasificar correctamente el diseño permitirá caracterizar convenientemente el rumbo futuro de la investigación.

En términos de la profundidad de estudio, la investigación será propiamente analítica, pues se realizaran estudios comparativos como conclusión de la significación de determinadas causas y efectos. Es decir, se comprobarán los efectos del uso de la solución como parte del estudio y su ausencia.

3.4.2 UNIDADES DE INFORMACIÓN

El elemento base en observación será un aparato o conjunto de aparatos eléctricos. En esta unidad tenemos características tales como los fabricantes y modelos de cada aparato que conforme el conjunto, su gasto energético máximo y mínimo mientras está funcionando, el consumo energético mientras está en espera (consumo vampiro) y en ciertos casos el consumo al estar apagado.

Todas estas unidades de consumo son especificadas en unidad de consumo eléctrico (Watt) por unidad de tiempo.

3.4.3 UNIVERSO

Dentro de la población y entidades puestas bajo observación sobre las que se generalizarán los resultados de la investigación tenemos usuarios individuales en instancias hogareñas y entidades comerciales que tengan oficinas, laboratorios o cualquier entorno que pueda presentar problemas de consumo energético.

Más importante sería lograr un producto atractivo para el consumidor final tanto como para grandes organizaciones para su aplicación en masa.

3.4.4 PRUEBAS, DATOS Y GRUPO DE CONTROL

La plataforma para estas futuras comparaciones con estos datos será originada al comienzo por pruebas individuales en aparatos de muestra. Datos estadísticos con mayor relevancia podrán obtenerse de las consultas al sitio web³ especialmente diseñado para que los visitantes evalúen sus dispositivos.

3.4.5 DESARROLLO DEL DISPOSITIVO

El dispositivo se desarrollará en dos etapas principales. La primera consiste en el desarrollo de la primera versión del hardware de SinStandby, hardware y software. La segunda etapa es el modelo final.

3.4.5.1 Metodología de desarrollo del dispositivo, software y hardware

La metodología más apropiada para la construcción de la herramienta será entonces la denominada desarrollo evolutivo basado en prototipos [43].

Este modelo es casi una definición intuitiva de la forma de trabajo que se desempeña en desarrollos individuales [43], pero a la vez intentando evitar la ausencia de una metodología definida. Así, se parte con una rudimentaria implementación la que madura progresivamente con cada versión tomando la retroalimentación como base de su avance.

El método de desarrollo orientado a prototipos cuenta con una serie de beneficios como promover el entendimiento temprano del sistema y proporcionar la capacidad con un relativo bajo costo de refinar y reevaluar el producto para evitar una posible falta de satisfacción futura del producto final.

³ <http://www.sinstandby.com>

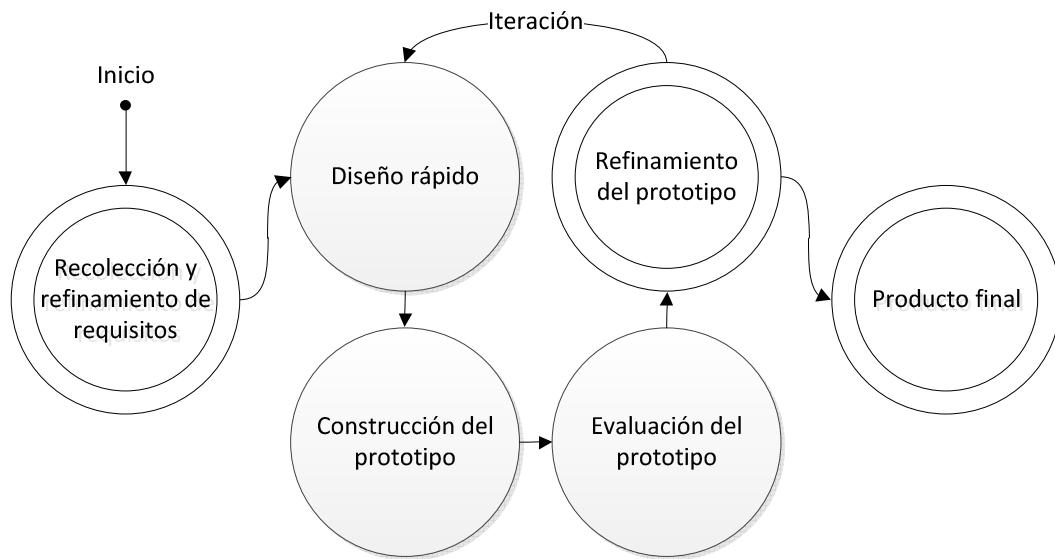


Figura 23: Desarrollo evolutivo basado en prototipos

3.4.5.1.1 *Prefacio*

Para la completitud de los objetivos necesitaremos primero una fase de evaluación preliminar de los requerimientos. Luego la etapa de desarrollo y finalmente la de comprobación de resultados.

3.4.5.1.2 *Planificación*

Desde la recolección y refinación de requisitos, hasta el producto final del desarrollo está ideado para tener una duración aproximada de cuatro meses.

3.4.5.1.3 *Versión inicial*

En cuanto al hardware, es preciso contar con una versión rudimentaria pero funcional en las primeras etapas del proceso. Se debe montar el módulo LCD, el microcontrolador, la fuente de poder y las extensiones necesarias para interactuar con el sistema como lo son el panel de botones.

La primera versión escrita del firmware para el primer prototipo de SinStandby tiene acceso a todo el hardware en modo de servicio y presenta una opción para preparar el sistema por medio de un asistente de configuración.

3.4.5.1.4 *Iteraciones de desarrollo*

Con iteraciones relativamente cortas y documentadas se espera continuar en iteración hasta la fase de pruebas finales.

1. Se corrigen los detalles de la versión inicial.
2. Se comienza a implementar los algoritmos para sensores de movimiento y consumo, con el objetivo de reducir el funcionamiento anómalo. El hardware del dispositivo debería contar ya con los módulos de relé. La interfaz física para los sensores análogos, como el sensor de movimiento, es aún provista como una conexión directa a las entradas del microcontrolador.

3. Se continua reevaluando la interfaz del asistente de bienvenida, y mejorando el prototipo. Se precisa completar el prototipo añadiendo las conexiones para los sensores externos.
4. Se corrigen todos los detalles del prototipo hasta el momento.
5. Se inicia la implementación de funcionalidades adicionales y optimizaciones varias.

Finalmente como iteraciones opcionales se tiene la mejora de la estética de la aplicación y su usabilidad. A la vez la creación de la ayuda del dispositivo se contempla parte de una iteración final opcional.

3.5 RESUMEN DEL CAPÍTULO

En este capítulo se ha presentado la metodología que se asume en el trabajo de esta memoria. Entre partes destacables, tenemos la definición del trabajo que representa el título del mismo, un análisis más transversal del problema y sus consecuencias, el trabajo sobre los objetivos y la metodología misma de trabajo, diseño, pruebas y desarrollo.

Fueron entrelazados en una misma iteración las partes de hardware y software del prototipo, pues van intrínsecamente relacionados en cada paso. A continuación, el siguiente capítulo comenzará a describir el desarrollo del dispositivo propuesto.

4. DESARROLLO

En esta fase se documentará el desarrollo del componente de hardware y software del nuevo diseño del SinStandby. Este nuevo diseño aglomera las características consideradas dadas las actuales soluciones, implementando un completo sistema con sensor de movimiento, consumo y dispositivo Esclavo dependiente de la salida Maestra.

Además, el hardware ahora cuenta con un RTC, lo que permite comportamientos basados en eventos de fecha y hora, así como un LCD mucho más versátil que permite mostrar gráficas, iconos y más información por pantalla.

4.1 HARDWARE DE SINSTANDBY

La parte física del nuevo diseño cuenta con una serie de módulos ejemplificados en el siguiente gráfico.

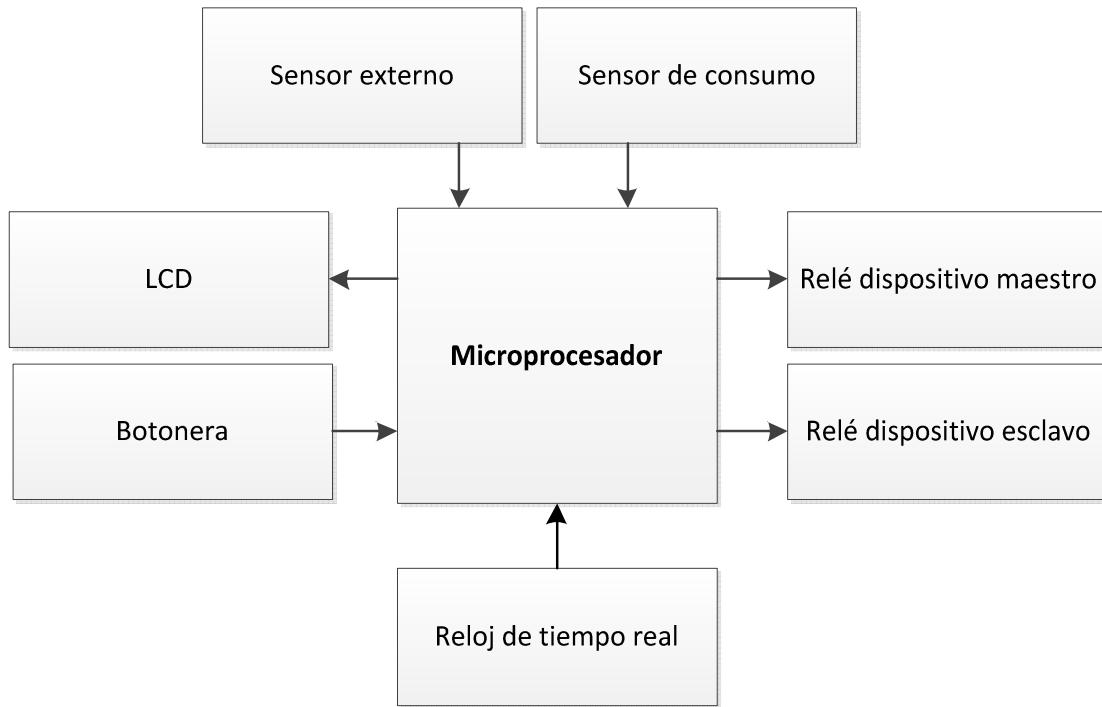


Figura 24: Diagrama de componentes físicos principales

4.1.1 MÓDULO RELÉ

El control de los dispositivos se realiza por medio de dos módulos relé que controlan la salida Maestra y Esclava. El dispositivo entonces contará dos módulos de este tipo.

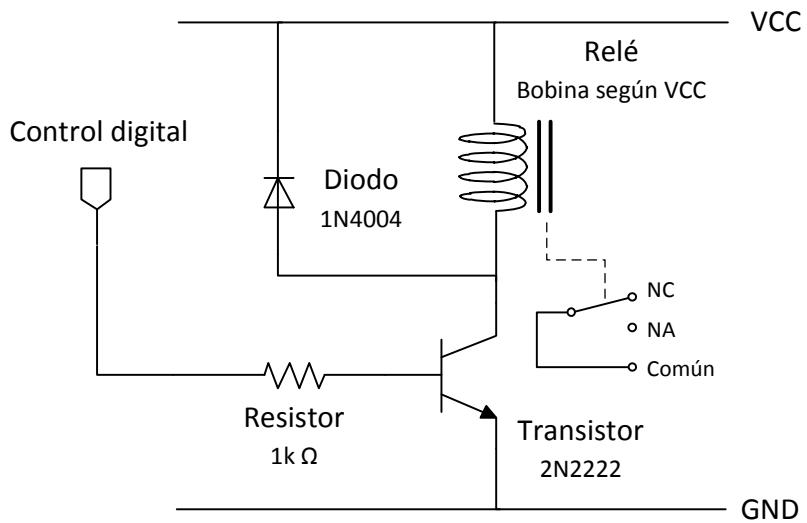


Figura 25: Diagrama eléctrico del módulo utilizado por el nuevo SinStandby

4.1.2 MÓDULO RELOJ DE TIEMPO REAL

En el primer SinStandby no existía un reloj de tiempo real pues no se presentaba ninguna funcionalidad que requiriera del control de tiempo. En la nueva versión es necesaria su presencia para prestar facilidades horarias al control de los módulos relé que controlan la salida Maestra y Esclava. Adicionalmente es posible mostrar la hora y fecha gracias a la existencia de un RTC.

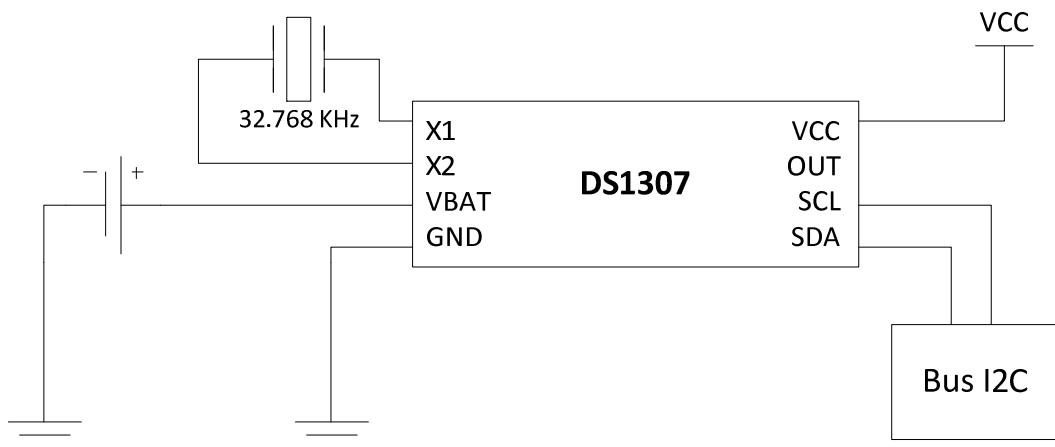


Figura 26: Diagrama de las conexiones del RTC - DS1307 al bus I2C en el nuevo SinStandby

4.1.3 MÓDULO SENSOR EXTERNO

En la primera versión del SinStandby, se incluía un pequeño módulo de detección de movimiento integrado a la consola principal como se puede ver en la Figura 46, en la página 100. Este diseño es conveniente pero restrictivo.

El nuevo diseño de SinStandby incluye un conector genérico para acoplar cualquier tipo de sensor, con cualquier tipo de comportamiento eléctrico mientras se encuentre normado por lógica TTL. En la Figura 27 se puede ver el puerto de conexión universal para sensores. El comportamiento del sensor puede ser configurado usando la interfaz de SinStandby como lo muestra la Figura 27.

La conexión con el sensor externo está aislada de la circuitería que involucra al microcontrolador. Al encontrarse separada, la configuración del voltaje requerido por el sensor puede ser dispuesto utilizando un conmutador.

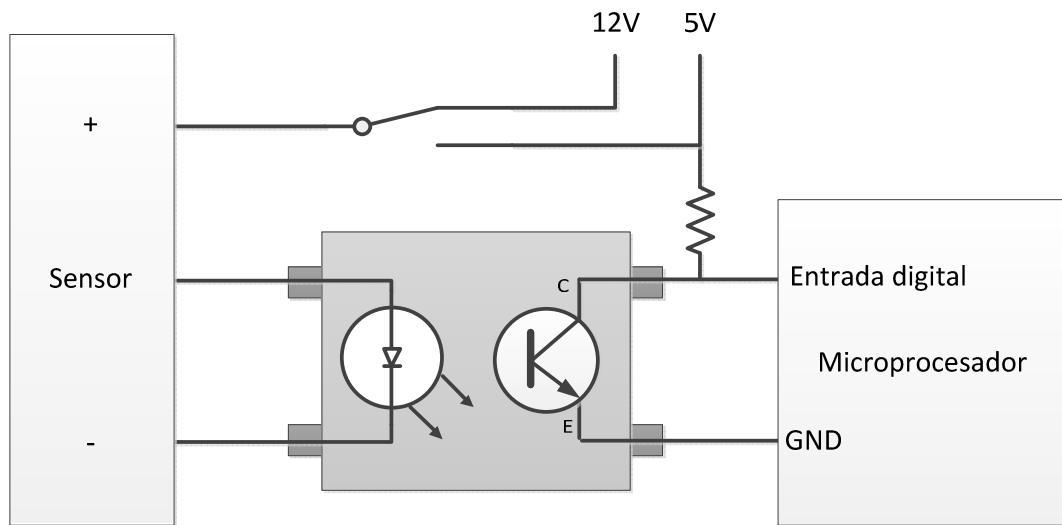


Figura 27: Conector para sensores externos, aislado con un optoacoplado, con selector de voltaje para el sensor

4.1.4 MÓDULO SENSOR DE CONSUMO

Dimensiones del sensor TA12-200

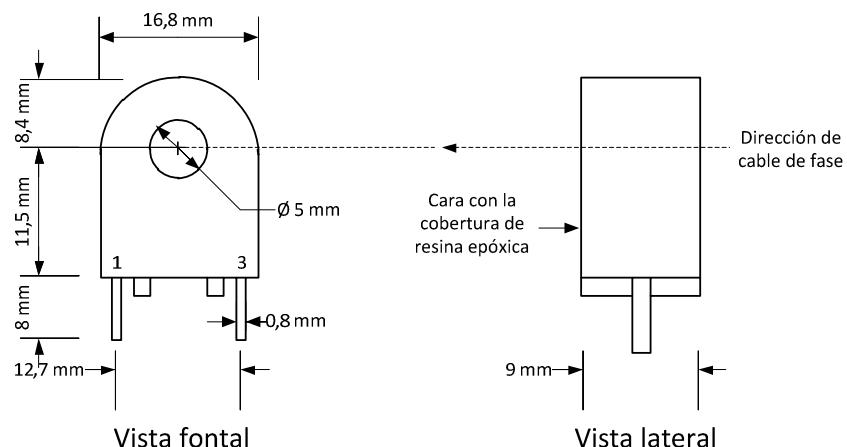


Diagrama típico de conexión

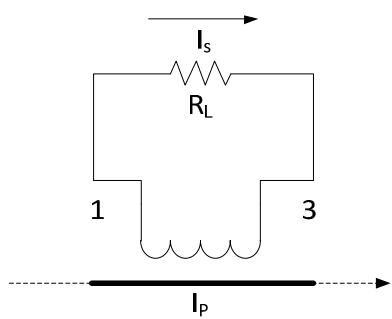


Figura 28: Diagrama físico (interno/externo) y eléctrico del TA12-200

El método para ponderar la electricidad consumida por el aparato conectado al tomacorriente principal se basa en medición indirecta (no invasiva) de la inducción producida sobre una bobina [44], por una de las fases conectadas a ese aparato.

En particular, el sensor utilizado en este caso cuenta con el transformador de corriente TA12-200. Para mejorar la precisión de las mediciones, evitando las variaciones implícitas debido a estar midiendo una corriente alterna, se itera buscando el mayor valor entregado por el transformador de corriente durante un intervalo de tiempo.

4.1.4.1 Pruebas empíricas sobre el sensor de consumo

Para establecer los valores y conversiones que deben realizarse posteriormente en el firmware de SinStandby, es necesario comprobar empíricamente la curva que gobierna las mediciones hechas con el sensor, sobre una carga.

4.1.4.1.1 Método utilizado

Se usó un amperímetro de tenaza, tal como se muestra en la Figura 12. Usando las relaciones mostradas en la Figura 11 en la página 33 es posible calcular el consumo instantáneo de un aparato.

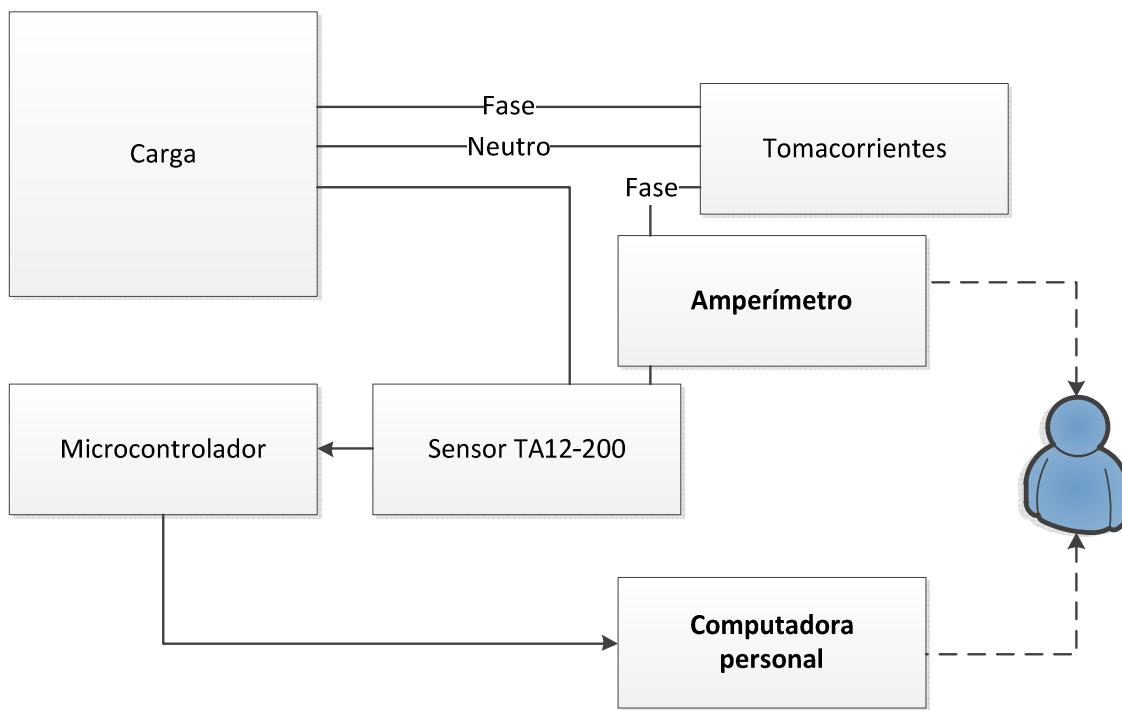


Figura 29: Método para la comprobación empírica/calibración de la relación entre el consumo real y medido por el TA12-200

Se debe montar un circuito de pruebas como el que se muestra en la Figura 29 para poder verificar la relación entre el consumo real y el valor detectado por el sensor de consumo TA12-200, en 10 bits (precisión de la lectura analógica del microcontrolador).

4.1.4.1.2 Resultados

Los datos de la Tabla 3 representan los valores instantáneos medidos utilizando el método diagramado en la Figura 29. Se utiliza un aparato como carga, de consumo no conocido y se toman los valores dados por la pantalla del amperímetro y el muestreo de datos proporcionado de salida en el PC, por el microcontrolador.

Tabla 3: Resultados de la muestra de valores entregados por el TA12-200 para consumos determinados

Corriente de fase según amperímetro	Voltaje del tomacorrientes	Lectura analógica según TA12-200	Consumo según amperímetro	Factor de relación
<i>Amperes (A)</i>	<i>Volts (V)</i>	<i>Valor 0-1024 (10 bits)</i>	<i>Watts (W)</i>	<i>Consumo/Sensor</i>
0,1	220,1	34,0	22,01	0,64735294
0,3	222,0	36,0	66,60	1,85
0,5	221,0	37,0	110,50	2,98648649
0,7	223,0	38,7	156,10	4,03706897
0,9	223,5	40,2	201,15	5,00788382
1,1	224,3	41,7	246,73	5,92152
1,3	225,1	43,2	292,63	6,77907336
1,5	225,9	44,7	338,85	7,58619403
1,7	226,7	46,2	385,39	8,34779783
1,9	227,5	47,7	432,25	9,06818182
2,1	228,3	49,2	479,43	9,75111864
2,3	229,1	50,7	526,93	10,3999342
2,5	229,9	52,2	574,75	11,0175719
2,7	230,7	53,7	622,89	11,606646
2,9	231,5	55,2	671,35	12,1694864
3,1	232,3	56,7	720,13	12,7081765
3,3	233,1	58,2	769,23	13,2245845

3,5	233,9	59,7	818,65	13,7203911
3,7	234,7	61,2	868,39	14,1971117
3,9	235,5	62,7	918,45	14,6561117
4,1	236,3	64,2	968,83	15,0986494

La última columna de la Tabla 3 nos presenta el factor de relación que permite crear una fórmula para la conversión de lecturas del TA12-200 en consumos instantáneos.

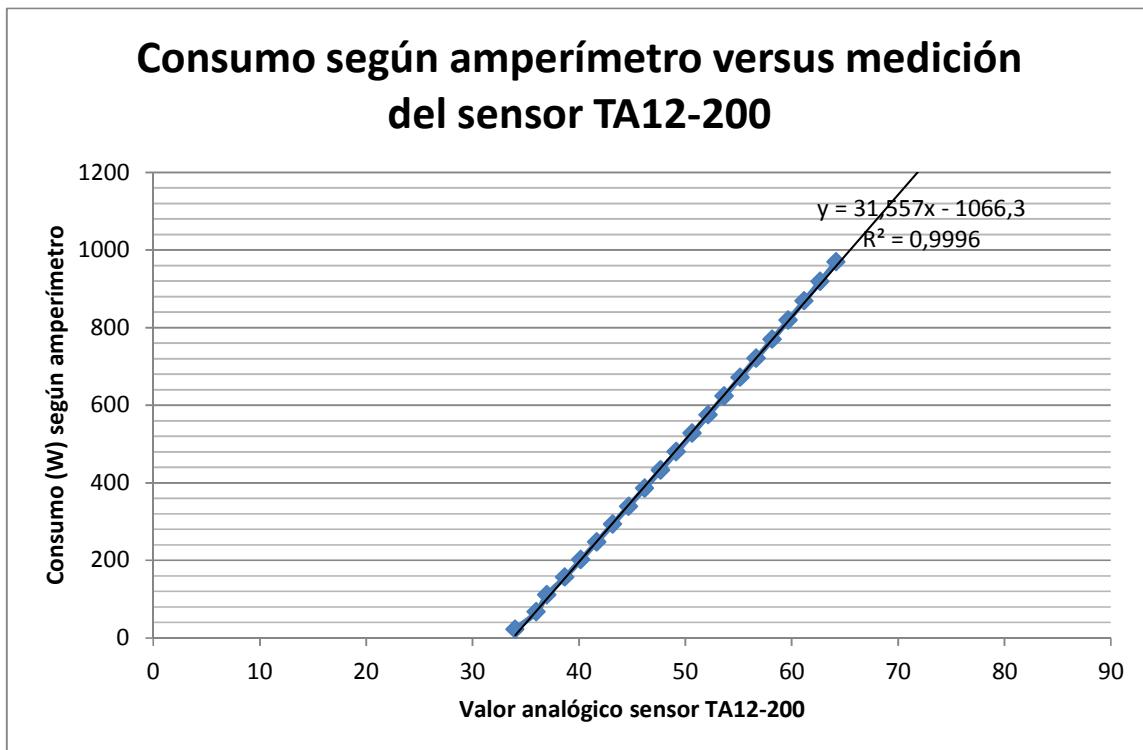


Figura 30: Gráfico de los resultados de equivalencia entre el consumo y la medición del TA12-200

Estos datos permiten calcular siguiente ecuación que aproxima linealmente los resultados, la cual será utilizada por las rutinas del firmware del nuevo SinStandby:

$$\text{Consumo Instantáneo} = (31,557 \text{ Valor_sensor}_{TA12-200} - 1066,3) W$$

4.2 FIRMWARE DE SINSTANDBY

Tal como se explica anteriormente, el concepto de firmware va muy relacionado con la definición de software. Así, serán trabajados de forma equivalente, proporcionando en el mismo contexto sus requisitos, un diagrama de estados, breves de código para interacciones específicas con el hardware y un análisis de la interfaz y experiencia de usuario.

4.2.1 REQUISITOS FUNCIONALES

Código/nombre **REQF1.S/Establecer fecha y hora**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer la fecha y hora, escribiendo en el módulo de reloj de tiempo real las entradas.
Prioridad	🚩 Esencial

Código/nombre **REQF2.S/Guardar automáticamente los cambios**

Definición	El dispositivo debe guardar los cambios periódicamente en una memoria no volátil.
Prioridad	🚩 Alta

Código/nombre **REQF3.MM/Establecer estado de la salida Maestra**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario colocar el estado de la salida Maestra en encendido o apagado.
Prioridad	🚩 Media

Código/nombre **REQF4.MM/Administrar modalidad de control basado en sensor de consumo a la salida Maestra**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Maestra dependiendo del estado del sensor de consumo, existente en la misma salida Maestra. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado según los datos del sensor.
Prioridad	🚩 Esencial

Código/nombre REQF5.MM/Administrar modalidad de control basado en sensor de movimiento/externo a la salida Maestra

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Maestra dependiendo del estado del sensor de movimiento/externo. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado según los datos del sensor.
Prioridad	 Esencial

Código/nombre REQF6.MM/Administrar modalidad de control basado en horas y fechas a la salida Maestra

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Maestra dependiendo un set de datos de alarma, con rangos de fechas y horas. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado.
Prioridad	 Baja

Código/nombre REQF7.SC/Configurar manualmente el rango de activación del sensor de consumo

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el rango de activación del sensor de consumo, escribiendo los datos de un mínimo y máximo.
Prioridad	 Esencial

Código/nombre REQF8.SM/Configurar manualmente el rango de activación del sensor de movimiento/externo

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el rango de activación del sensor de movimiento/externo, escribiendo los datos de un mínimo y máximo.
Prioridad	 Esencial

Código/nombre REQF9.ME/Establecer estado de la salida Esclava basado en el estado de la salida Maestra

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario colocar el estado de la salida Esclava en relación con el estado actual de la salida Maestra. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado.
Prioridad	 Alta

Código/nombre REQF10.ME/Establecer estado de la salida Esclava

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario colocar el estado de la salida Esclava en encendido o apagado.
Prioridad	 Alta

Código/nombre REQF11.ME/Administrar modalidad de control basado en sensor de consumo a la salida Esclava

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Esclava dependiendo del estado del sensor de consumo, existente en la salida Maestra. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado según los datos del sensor.
Prioridad	 Baja

Código/nombre REQF12.ME/Administrar modalidad de control basado en sensor de movimiento/externo a la salida Esclava

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Esclava dependiendo del estado del sensor de movimiento/externo. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado según los datos del sensor.
Prioridad	 Baja

Código/nombre **REQF13.ME/Administrar modalidad de control basado en horas y fechas a la salida Esclava**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el estado de la salida Esclava dependiendo un set de datos de alarma, con rangos de fechas y horas. Se puede desactivar la vinculación del estado y también invertir el estado.
Prioridad	 Baja

Código/nombre **REQF14.OA/Presentar datos estadísticos de operaciones del dispositivo**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario explorar datos previamente registrados del funcionamiento del aparato.
Prioridad	 Baja

Código/nombre **REQF15.OA/Presentar gráfica de consumo**

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario visualizar de forma gráfica el consumo de los aparatos conectados en la salida Maestra.
Prioridad	 Media

Código/nombre **REQF16.OA/Presentar consumo en dinero**

Definición	El dispositivo debe convertir los consumos y valores registrados en unidades monetarias por unidades de tiempo determinadas.
Prioridad	 Media

Código/nombre **REQF17.OA/Presentar un diálogo de resumen de configuración antes y después de cada configuración**

Definición	El dispositivo debe presentar una vista común a modo de resumen cuando el dispositivo esté fuera de las opciones de configuración.
Prioridad	 Media

Código/nombre REQF18.SE/Configuración de sensores externos

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario conectar un sensor externo. La configuración de los niveles de detección de ese sensor deberán ser configurados por el usuario.
Prioridad	 Alta

Código/nombre REQF19.SE/Detección automática de rango de sensores externos

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario detectar de forma asistida automatizada los niveles operativos de un sensor.
Prioridad	 Baja

Código/nombre REQF20.WZ/Configuración asistida de los niveles del sensor de consumo

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario utilizar un procedimiento automatizado para configurar un nuevo aparato eléctrico conectado según su rango de consumo, siguiendo instrucciones sencillas como conectar el aparato, prenderlo y apagarlo.
Prioridad	 Media

Código/nombre REQF21.S/Establecer costo del kilowatt por unidad de tiempo

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario establecer el costo del kilowatt por una unidad de tiempo, para las conversiones que expresen totales de dinero.
Prioridad	 Media

Código/nombre REQF22.ME/Administrador de parámetros funcionales del dispositivo

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario ver y modificar parámetros funcionales que no tengan una categoría predeterminada en un menú avanzado de configuración. Parámetros como la sensibilidad y tiempo de captura, animaciones del sistema, sonidos, tiempo y modo de retroiluminación del LCD, contraste del LCD, entre otras.
Prioridad	 Media

Código/nombre REQF23.ME/Administrar esquemas de modos de operación

Definición	El dispositivo debe permitir al usuario guardar la configuración actual como un esquema de operación, para poder crear otra configuración sin perder la actual, restaurarlas e intercambiarlas.
Prioridad	 Baja

4.2.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES

Código/nombre REQNF1/Precio

Definición	El dispositivo debe tener un coste final igual o menor a la mejor alternativa de la competencia.
Prioridad	 Esencial

Código/nombre REQNF2/Tiempo de respuesta

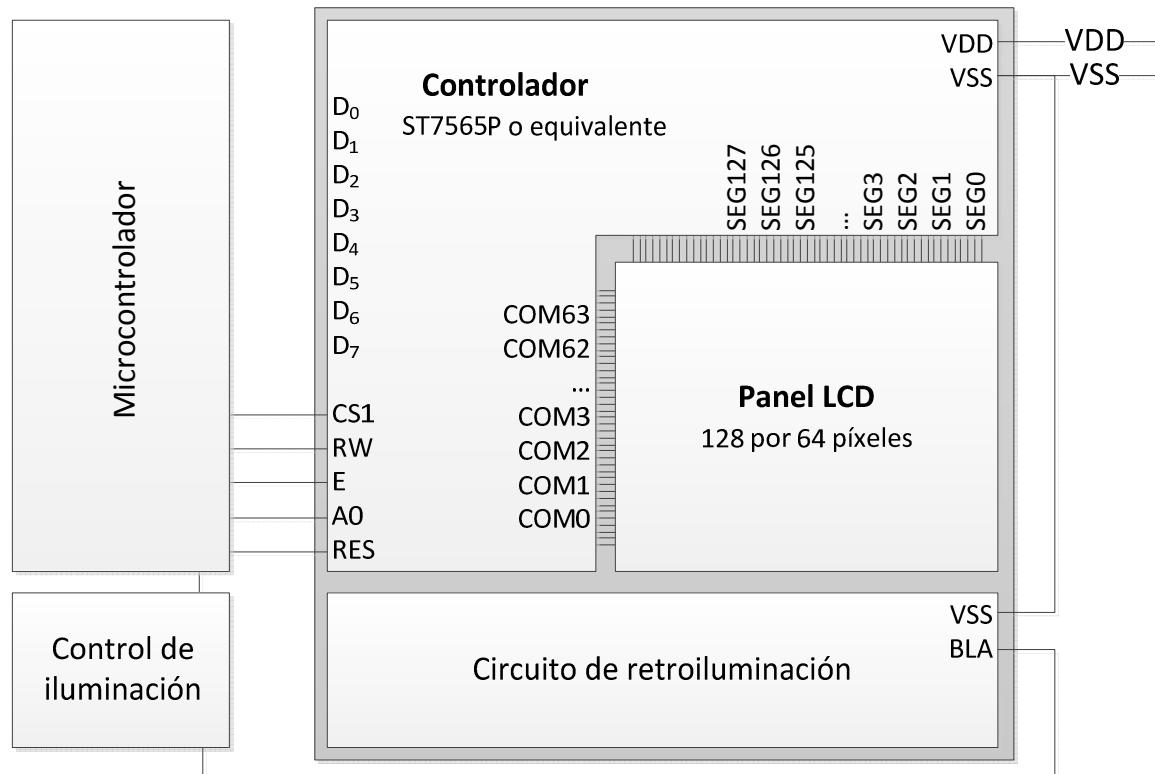
Definición	El dispositivo debe responder en tiempos adecuados para operaciones que necesiten una retroalimentación visual o sonora.
Prioridad	 Media

Código/nombre REQNF3/Usabilidad

Definición	El dispositivo debe poder ser utilizado transversalmente por cualquier miembro de la familia que opere los aparatos para los que SinStandby puede ofrecer mejoras.
Prioridad	Alta

Código/nombre REQNF4/Ayuda interactiva

Definición	El dispositivo debe presentar toda la información no explícita necesaria para operar cierta pantalla, o un modo de acceder a una referencia.
Prioridad	Media

4.2.3 MÓDULO LCD**Figura 31: Diagrama de bloques del módulo LCD**

El módulo (LCD TOPWAY LM6059BCW) que utiliza la nueva versión del dispositivo, aunque es muy superior al basado en una matriz de caracteres como era el de la primera generación de SinStandby, tiene un grado más amplio de capacidades gráficas [45] que requiere más trabajo en

cuanto al firmware. Por ejemplo, el soporte de fuentes para el módulo debe ser implementado en el firmware, pues no es soportado a nivel de hardware.

Este módulo LCD tiene la particularidad de funcionar en un modo serial, adicionalmente al modo de bus de datos de 8 bits (en el módulo usado en la versión anterior del SinStandby coexistía el modo de bus de datos de 4 y 8 bits).

Tabla 4: Tiempos de señales en modo serial del módulo LCD

Elemento	Leyenda	Tiempo (ns)
Reloj	tscyc	125
Dirección de memoria (configurar)	tsas	38
Dirección de memoria (mantener)	tsah	25
SCL (al subir el pulso)	tshw	63
SCL (al bajar pulso)	tslw	63
Datos (configurar)	tsds	38
Datos (mantener)	tsdh	25
CS-SCL (al subir el pulso)	tcss	38
CS-SCL (al bajar pulso)	tcsh	75

El modo de transmisión serial requiere una temporización especificada en la Tabla 4, representado en la Figura 32.

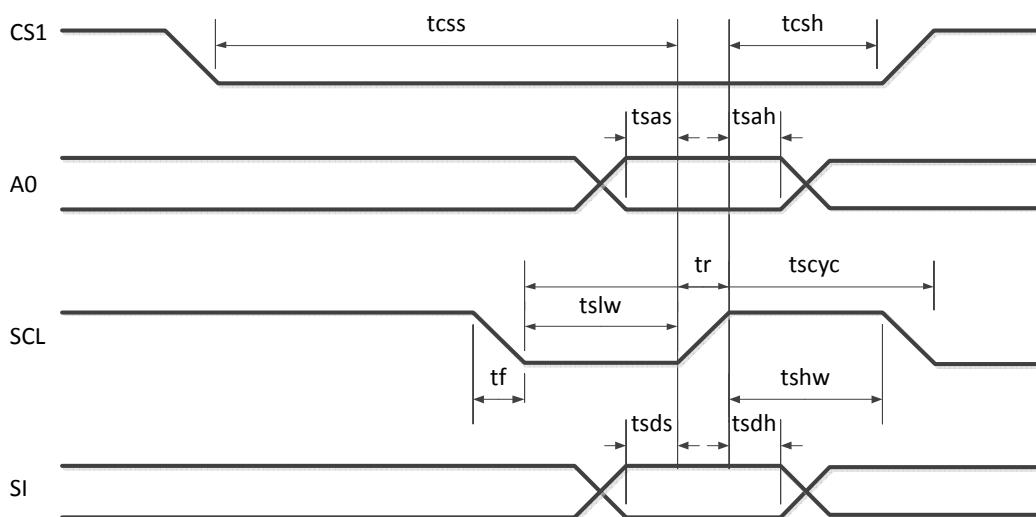


Figura 32: Gráfico de los tiempos requeridos para el modo serial de datos

4.2.3.1 Inicialización del módulo gráfico

El módulo gráfico usado requiere una inicialización precisa para comenzar a recibir los datos. Esta inicialización está especificada en la hoja de datos del mismo y su código es el siguiente:

```
void startLcd()
{
    // Inicialización
    digitalWrite(RST,HIGH);
    digitalWrite(RST,LOW);
    delay(1);
    digitalWrite(RST,HIGH);
    delay(800);

    sendCommand(0xab);
    sendCommand(0xaf);
    sendCommand(0x40);
    sendCommand(0xc8);
    sendCommand(0xa6);
    sendCommand(0xa4);
    sendCommand(0xa3);
    sendCommand(0x2f);
    sendCommand(0x25);
    setContrast(0);      // Contraste por defecto
}
```

Cuadro 2: Código de inicialización del módulo gráfico

4.2.3.2 Escritura en el búfer de pantalla y envío de comandos

Enviar un byte como dato o comando a la pantalla se diferencia en la configuración que usemos para la línea de control denominada A0 como se puede ver en la Figura 31, combinada con las otras líneas de control.

```
void sendByte(byte b, boolean isData)
{
    digitalWrite(CLOCK,HIGH);
    digitalWrite(A0,isData);
    digitalWrite(CS1,LOW);
    shiftOut(DATA, CLOCK, b);
    digitalWrite(CS1,HIGH);
}
```

Cuadro 3: Enviar un byte a la pantalla como datos o como comando

Tal como se comenta en los puntos titulados Bus de datos y Transmisión de datos en serie desde la página 38 más atrás en el texto, un byte podría ser enviado en un solo pulso de reloj si contáramos con un bus de datos del ancho de los bits de un byte (ocho), sin embargo en este caso debemos convertir estos ocho bits en su análogo serial, por medio de una técnica denominada *shift-out*. De forma similar, se deberá hacer *shift-in* en casos contrarios en donde la recepción de datos serial requiera una salida en forma de byte.

«Shift-in» para un byte



«Shift-out» para un byte



Figura 33: Ejemplo de *shift-in* y *shift-out* para un byte

```
void shiftOut(uint8_t dataPin, uint8_t clockPin, byte val)
{
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        digitalWrite(dataPin, !(val & (1 << (7 - i))));
        digitalWrite(clockPin, LOW);
        digitalWrite(clockPin, HIGH);
    }
}
```

Cuadro 4: Código de *shift-out* para un byte

4.2.3.3 Otras funciones

Las siguientes funciones representan implementaciones de características específicas del módulo de la pantalla.

```
void clearScreen()
{
    int i,j;

    for(i=0; i<8; i++)
    {
        sendCommand(0xb0 | i); // Página 0-7
        sendCommand(0x10); // Columna 4
        sendCommand(0x00);

        for(j=0; j<128; j++)
            sendData(0x00);

    }
}
```

Cuadro 5: Código para limpiar la pantalla del módulo LCD

Para gráficos de pantalla completa, es posible reemplazar todo el búfer de la pantalla.

```
void sendScreen()
{
    int i,j;

    for(i=0; i<8; i++)
```

```
{
    sendCommand(0xb0 | i); // Página 0-7
    sendCommand(0x10); // Columna 4
    sendCommand(0x00);

    for(j=0; j<128; j++)
        sendData(pgm_read_byte(&screen[(i*128)+j]));

}
}
```

Cuadro 6: Código para establecer la memoria completa del módulo LCD

El contraste, que comúnmente es controlado mediante un potenciómetro (vea la página 31) en módulos de bajo coste, en este caso es controlado por comandos y administrado por el hardware del LCD.

```
void setContrast(int level) // 0= reconfigurar, >0= oscuro, <0= claro
{
    if(level>0 && actualContrast<0x3F)
        actualContrast++;
    else
        if(level<0 && actualContrast>0x00)
            actualContrast--;

    sendCommand(0x81);
    sendCommand(actualContrast);
}
```

Cuadro 7: Código para enviar un comando que cambia el nivel de contraste del LCD

4.2.3.4 Manejo de texto

```
void drawText(int x, int y, char *text)
{
    sendCommand(0xb0 | y);
    sendCommand(x>>4 | 0x10);
    sendCommand(x & 0x0f);

    int address;
    byte j;

    while(*text > 0)
    {
        address = *text++;
        address=(address-0x20)*8;

        for(j=0; j<6; j++)
        {
            sendData(pgm_read_byte(&font_normal[address+j]));
        }
    }
}
```

Cuadro 8: Código para escribir texto de forma manual en la memoria del módulo LCD

Este módulo LCD carece de manejo de fuentes como se podría esperar. Entonces es necesario manejar el dibujado de fuentes de forma manual, usando la memoria del microcontrolador para guardar un set de fuentes adecuado para lo que se desea realizar (vea la Declaración del set de fuentes normal para el dispositivo en la página 96).

4.2.4 INTERFAZ DEL USUARIO

La interfaz de SinStandby tiene un propósito claro, facilitar el uso del dispositivo a gente que maneje dispositivos en donde el mismo SinStandby pueda ser usado, como un aparato de televisión, computadora, equipo de DVD, consola de video juegos entre otros.

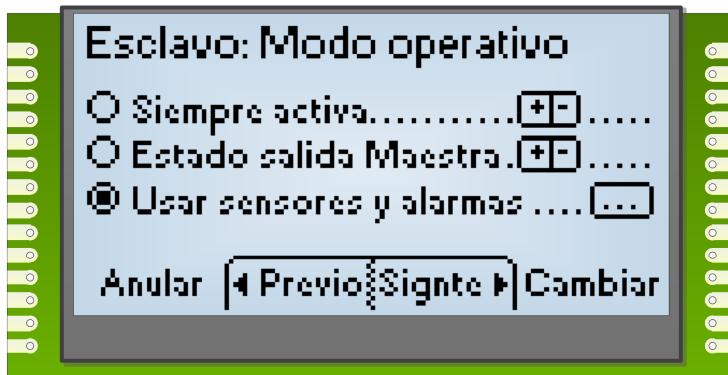


Figura 34: Interfaz de selección de modo operativo de la salida Esclava

El dispositivo cuenta con una botonera multipropósito debajo de la pantalla LCD. Existen cuatro botones y ninguno de estos tiene una funcionalidad fija. Adquieren las propiedades que aparezcan en la interfaz presentada gráficamente en la pantalla. Para metáforas simples como avanzar, retroceder o aceptar se utiliza una iconografía. Para otros conceptos se cuenta con la posibilidad de establecer etiquetas de texto para cada botón.



Figura 35: Vista del hardware de la botonera en conjunto con la pantalla LCD

4.2.4.1 Aspectos de retroalimentación visual y auditiva

La interfaz del dispositivo cuenta con una retroalimentación visual y auditiva de lo que sucede. Visualmente, como los botones heredan su funcionalidad de la etiqueta que aparezca en pantalla, no es posible desacertar sobre su propósito en cada pantalla de la interfaz presentada.

Además, existen diferentes tonos predeterminados para la retroalimentación auditiva. Un todo estándar atestigua la detección de las pulsaciones de tecla y los mensajes de alerta tienen un tono diferente.

4.2.5 ASISTENTE DE CONFIGURACIÓN

Para facilitar la interacción de los usuarios con la configuración del SinStandby existe un asistente de configuración. Cuando se conecta un nuevo dispositivo a la salida Maestra, es necesario establecer los niveles de consumo del aparato mismo, nivel que es el promedio detectado en un intervalo de tiempo, según dos estados del aparato eléctrico conectado:

- ❖ Conectado y apagado (consumo vampiro)
- ❖ En funcionamiento

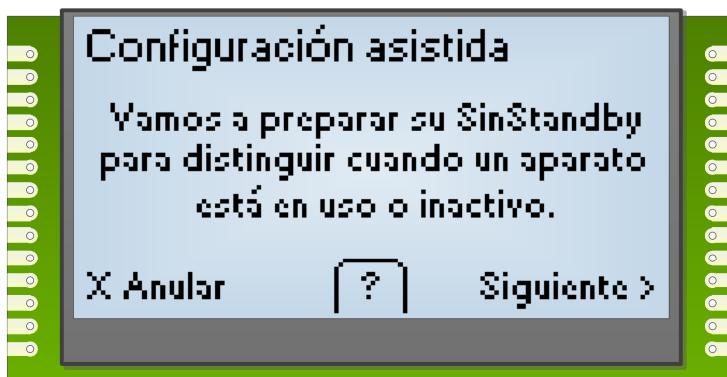


Figura 36: Vista de la pantalla inicial del asistente de configuración

La rutina base de configuración se establece de la siguiente forma:

1. Se le solicita al usuario conectar el aparato
2. Se le solicita ahora encender el aparato e indicarle a SinStandby cuando esta operación sea realizada
3. En este instante, durante un tiempo predeterminado, se monitorea el consumo. Este valor detectado es la cota máxima que SinStandby usará para este dispositivo en particular
4. Ahora se le solicita al usuario apagar el aparato, sin desconectarlo del tomacorriente. Nuevamente es necesario informar a SinStandby la finalización de esta acción
5. Se monitorea nuevamente el consumo. Este valor detectado es la cota mínima, consumo vampiro, del dispositivo.

Con esta rutina, SinStandby puede clasificar un aparato conocido en un estado de consumo vampiro o funcionamiento.

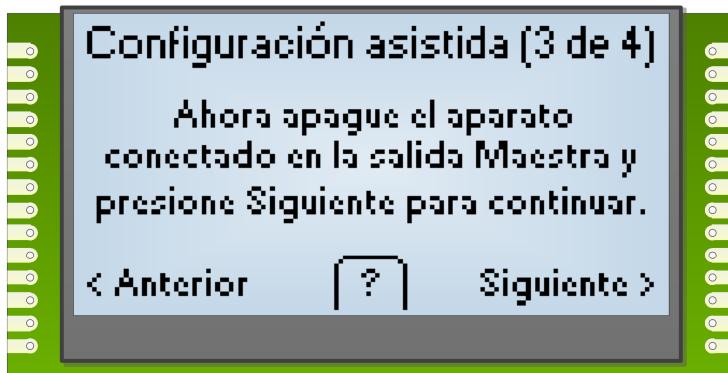


Figura 37: Paso intermedio del asistente de configuración

4.2.6 SENSOR DE CONSUMO

Como se habló en la sección sobre el hardware del sensor de consumo, el Cuadro 9 muestra la forma de lectura de un valor del sensor iterando constantemente hasta obtener el máximo valor en un intervalo de tiempo.

```
int getCurrentSensorMax(byte times)
{
    int currentMax = 0, c = 0;

    for(byte i=0; i<times; i++)
    {
        c = analogRead(SENSOR_CURRENT);
        if(c>currentMax)
            currentMax = c;

        delay(SENSOR_DELAY);
    }
    return currentMax;
}
```

Cuadro 9: Código de lectura del sensor de corriente

4.2.7 DETECCIÓN DE MOVIMIENTOS Y SENsoRES EXTERNOS

La detección de movimientos ahora es considerada dentro del grupo de sensores externos, pues puede ser configurado de forma libre por el usuario estableciendo los rangos operativos del sensor mismo.

Así, aunque el usuario debe configurar el sensor que usará, también cuenta la opción de un asistente de configuración automático.



Figura 38: Interfaz de configuración del sensor de consumo basado en un rango con un pivote promedio pre-calculado

4.2.8 INTERACCIÓN CON EL MÓDULO DE RELOJ DE TIEMPO REAL

La existencia del reloj de tiempo real requiere una interfaz de configuración que permita establecer la hora y fecha correctas. También es necesaria una interfaz para definir alarmas y eventos basados en tiempo proporcionado por este RTC.

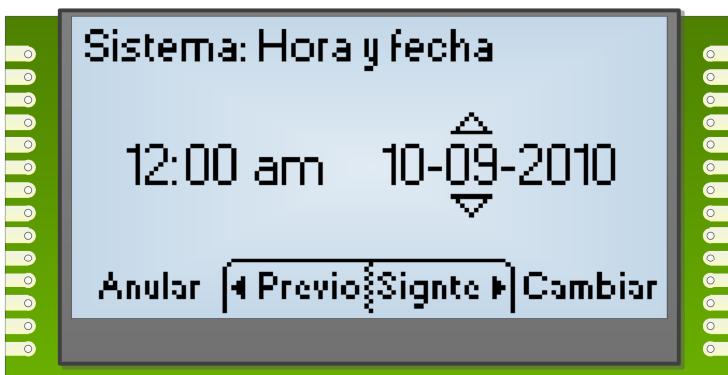


Figura 39: Interfaz de configuración de la hora y fecha del módulo RTC

4.2.9 INTERACCIÓN CON LOS MÓDULOS RELÉ

La asignación dinámica de los módulos relé (salidas Maestra y Esclava) debe ser flexible a tal punto que permita establecer o quitar una relación entre los mismos, así como individualmente establecerles el control según diferentes sensores, externos o el interno de consumo.

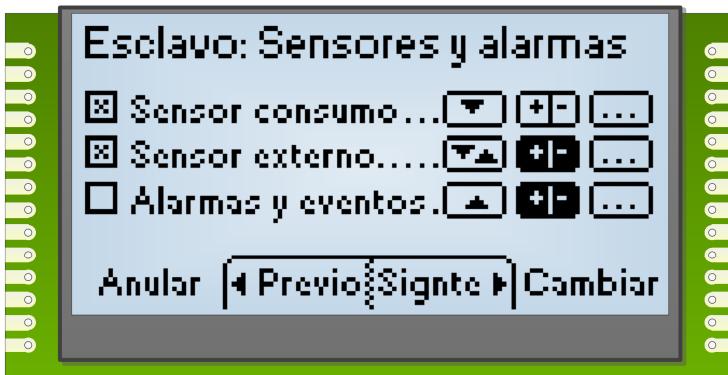


Figura 40: Interfaz de configuración de los parámetros del sensor externo

La Figura 40 muestra cada módulo representando cada salida de forma conceptual, con un único aparato conectado. No obstante, una salida puede representar un conjunto de dispositivos, como es esperable para la salida Esclava.

4.3 SITIO WEB DEL PROYECTO

El sitio web del dispositivo fue diseñado con la finalidad de presentar de forma amistosa los temas tratados en presente trabajo, la problemática, la solución propuesta y un mecanismo en línea para evaluar didácticamente los alcances del consumo vampiro en la vida de una persona.

La evaluación del consumo se realiza utilizando los datos presentes en el estudio [46] y permite seleccionar un grupo de dispositivos y presenta datos ajustados a un precio de kWh, en moneda Chilena (CLP).



Figura 41: Vista de la página principal del sitio del proyecto disponible en www.sinstandby.com

4.4 RESUMEN DEL CAPÍTULO

En este capítulo se presentó todo lo relacionado al trabajo para la obtención del prototipo funcional que representa el intento de solución del problema. Se abarcó el trabajo sobre los módulos individuales, relé, RTC, sensor de movimiento y consumo, así como también en el firmware que los gobernaba.

Adicionalmente se realizó un reconocimiento sobre las interacciones del sistema, requisitos funcionales y no funcionales, diagrama de estados y aspectos de la interfaz de usuario y accesibilidad. El próximo capítulo evalúa los resultados obtenidos con su uso.

5. RESULTADOS

En esta fase será importante documentar los logros parciales comprobables. Las rutinas de trabajo comprometidas y el cronograma de las mismas deberá ser parte de una verificación periódica y programada.

Los puntos de comprobación de resultados serán idealmente realizados de forma semanal conforme el avance de cada iteración del proceso evolutivo de prototipos para el tiempo del desarrollo de la parte de programación del aparato y de forma menos frecuente para el desarrollo del hardware del aparato.

Utilizando los datos proporcionados por el laboratorio Lawrence Berkeley [46] para numerosos dispositivos en estado de consumo vampiro, es posible generar escenarios comunes y calcular el rendimiento de la solución propuesta (haciendo omisión de la merma de consumo residuo por utilizar el aparato mismo).

5.1 PRUEBAS DE CONSUMO IMPLÍCITO EN EL NUEVO SINSTANDBY

Antes de comprobar la acción del dispositivo en los escenarios de pruebas propuestos, es necesario tomar en cuenta el consumo que aplica de forma implícita el uso de SinStandby.

5.2 CONSUMO BASE

El dispositivo SinStandby tiene un consumo base que representa el gasto que producen los mismos componentes del aparato para funcionar. Empíricamente, la Tabla 5 muestra las mediciones de consumo en un intervalo de una hora de uso del dispositivo.

Tabla 5: Consumo base del dispositivo SinStandby

Consumo	Watts
Máximo	2.2
Mínimo	0.3
Promedio	1

Consumo	Watts
Máximo	2.2
Mínimo	0.3
Promedio	1

Para efectos de nuestras mediciones, el consumo base se considera no significativo.

5.3 ESCENARIOS DE PRUEBA

Se incluyen dos escenarios típicos. El primero es un conjunto de PC de escritorio con la combinación de todos los dispositivos del estudio anteriormente comentado [46] y el segundo es un centro de televisión hogareña.

Cómo puede apreciarse en ambos escenarios propuestos en la Tabla 6 y en la Tabla 7, la diversidad de dispositivos comprobados en la muestra es extremadamente variada combinando más de cien diferentes aparatos en la primera y cerca de una centena en la segunda.

En las pruebas y cálculos sobre ambos escenarios se utilizarán datos fijos proporcionados en la Tabla 8.

5.4 CONSUMOS POR ESCENARIO

Tabla 6: Escenario 1 de prueba (PC de escritorio)

Aparato	Estado	Promedio (W)	Mínimo (W)	Máximo (W)	Aparatos de la muestra
Pantalla CRT	<i>En espera (conectada, PC apagado)</i>	12,1	1,6	74,5	14,0
PC de escritorio	<i>Apagado</i>	2,8	0,0	9,2	64,0
Modem	<i>En espera (PC apagado)</i>	3,9	3,6	4,1	2,0
Multifuncional (escáner/impresora)	<i>En espera (PC apagado)</i>	5,3	0,0	10,0	23,0
Parlantes	<i>En espera (PC apagado)</i>	4,1	0,7	9,8	21,0
Protector de sobrecargas (enchufe)	<i>Encendido (equipos en espera)</i>	0,8	0,0	6,9	43,0

El escenario de la Tabla 6, como se aprecia en la Figura 42 tiene valores mayores en términos de consumo energético que el escenario de la Tabla 7.

Tabla 7: Escenario 2 (Centro de televisión)

Aparato	Estado	Promedio (W)	Mínimo (W)	Máximo (W)	Aparatos de la muestra
Televisor CRT	<i>Apagada (Usando el control remoto)</i>	3,1	0,3	10,3	38,0
Equipo de audio	<i>Apagado</i>	8,3	0,3	24,6	27,0
Reproductor de DVD	<i>Apagado</i>	5,0	0,1	12,7	21,0
Subwoofer (para TV y DVD)	<i>TV y DVD apagados</i>	10,7	5,8	20,6	7,0

Tabla 8: Datos extras para los escenarios de prueba

Descripción	Información	Promedio	Mínimo	Máximo	Unidad
Precio del kWh	Fuente: www.territorioverde.cl (año 2009)	142,5	124,0	161,0	CLP
Tiempo sin movimiento en la habitación		12	8	15	Horas

5.5 CÁLCULOS DE CONSUMO MENSUAL

Partiendo con el escenario del PC de escritorio, se muestran los resultados parciales en consumo mensual de ambos escenarios.

Tabla 9: Cálculo de consumo por mes en el escenario 1

Aparato	Promedio (W)	Mínimo (W)	Máximo (W)
Pantalla CRT	565,2	12,8	1117,5
PC de escritorio	69,1	0,0	138,2
Modem	45,2	28,7	61,7
Multifuncional (escáner/impresora)	75,2	0,0	150,5
Parlantes	76,6	5,5	147,6
Protector de sobrecargas (enchufe)	51,9	0,0	103,8
<i>Total al día</i>	883,1	47,0	1719,2
<i>Total al mes</i>	26492,9	1411,2	51574,5
<i>Total al mes en kWh</i>	26,5	1,4	51,6

Tabla 10: Cálculo de consumo por mes en el escenario 2

Aparato	Promedio (W)	Mínimo (W)	Máximo (W)
Televisor CRT	78,8	2,4	155,1
Equipo de audio	185,6	2,4	368,7
Reproductor de DVD	95,6	0,7	190,5
Subwoofer (para TV y DVD)	177,7	46,4	309,0

<i>Total al día</i>	537,6	51,9	1023,3
<i>Total al mes</i>	16128,3	1557,6	30699,0
<i>Total al mes en kWh</i>	16,1	1,6	30,7

Tabla 11: Datos extras para los escenarios de prueba

Descripción	Información	Promedio	Mínimo	Máximo	Unidad
Precio del kWh	<i>Fuente: www.territorioverde.cl (año 2009)</i>	142,5	124,0	161,0	CLP
Tiempo sin movimiento en la habitación		12	8	15	Horas

En las pruebas y cálculos sobre ambos escenarios se utilizarán datos fijos proporcionados en la Tabla 11.

5.6 GRÁFICAS

Ambos escenarios y sus resultados son sintetizados en las gráficas presentadas más adelante.

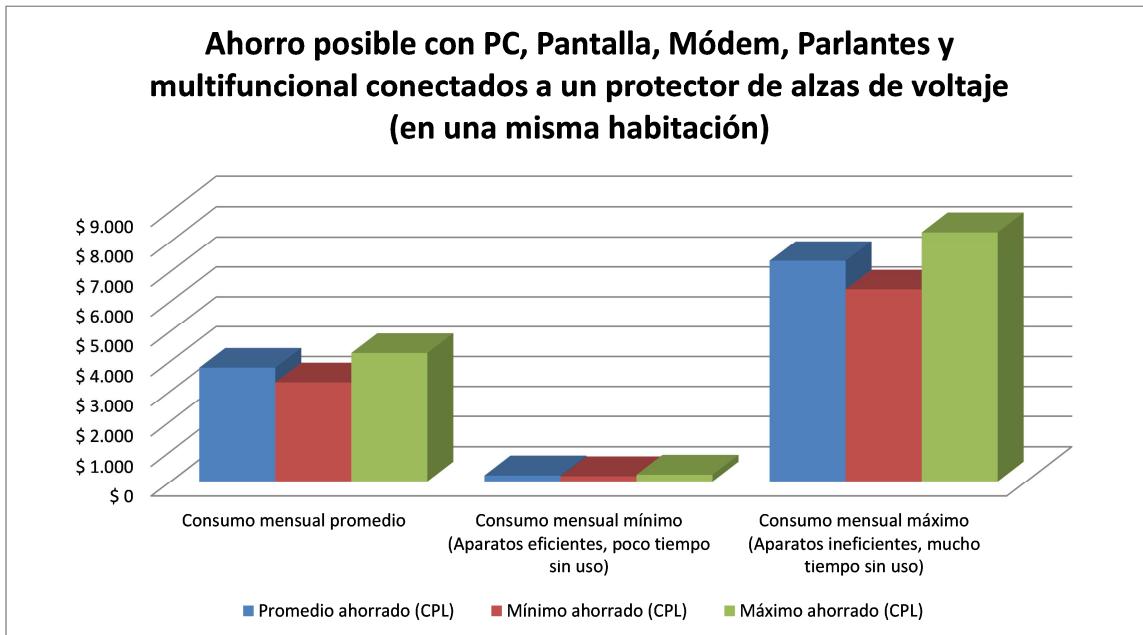


Figura 42: Gráfica de resultados del escenario 1

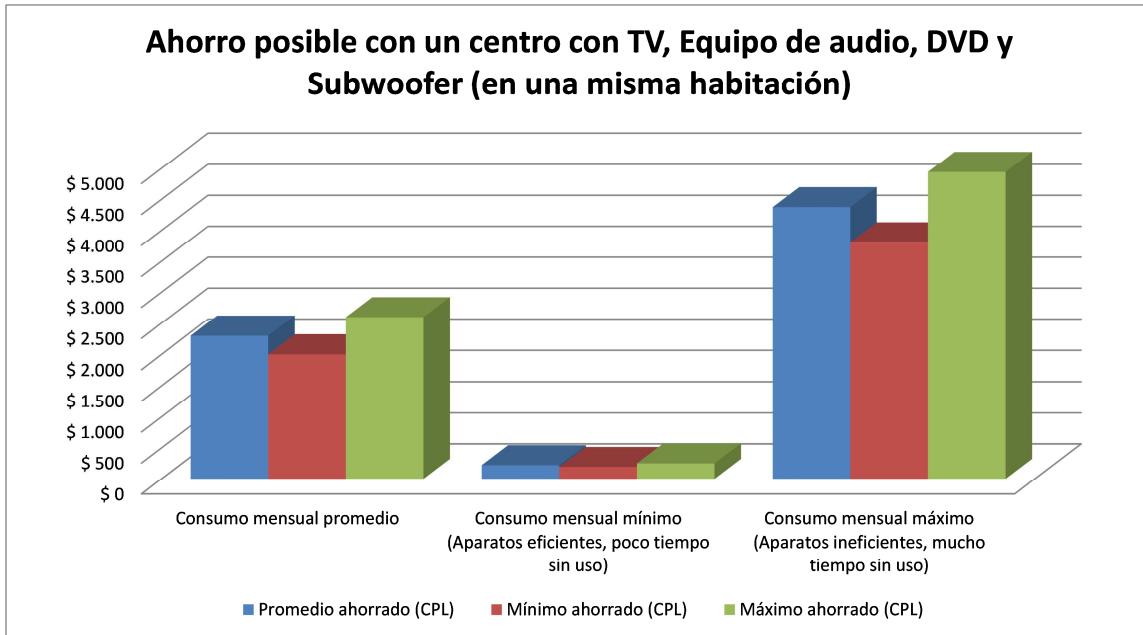


Figura 43: Gráfica de resultados del escenario 2

5.7 RESUMEN DEL CAPÍTULO

Con este capítulo, se completa la validación de los capítulos anteriores. Tomando un consumo base, y escenarios de prueba, se calcularon las mejoras posibles obtenidas mediante la utilización del nuevo SinStandby.

A continuación, se presentan las conclusiones de toda la memoria y trabajo futuro propuesto.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos revelan que la efectividad de la solución propuesta en una primera instancia es válida. El ahorro en consumo es equivalente a reemplazar el consumo vampiro por el consumo del dispositivo SinStandby.

Se trabajó desde un comienzo con una idea inicial, expresada en un simple prototipo y adicionando características presentes en otras soluciones y mejoras a la idea original, el dispositivo resultante consume lo mismo o menos que la idea inicial, pero entrega la posibilidad de tener control sobre dispositivos Esclavos, existencia de alarmas y controles horarios y una experiencia más completa con una interfaz intuitiva, con su pantalla gráfica y botonera.

El valor de la nueva solución puede ser en un comienzo considerado ideológico, la existencia del consumo vampiro es un problema real pero es complejo abordarlo sin realizar grandes alteraciones, como cambios en las rutinas habituales de uso de los aparatos que realiza cada usuario. Como prototipo proporciona un alcance sencillo al diseño de hardware para personas del área informática, fusionando la existencia de conceptos primordiales de Ingeniería, como lo es electrónica fundamental, con aspectos sociales como lo es un proyecto como el actual que tiene como objetivo ser parte del diario vivir de los usuarios.

Finalmente, el sitio web⁴ del proyecto ofrece amistosamente información adicional para vincular a las personas en el proyecto en conjunto con un evaluador interactivo para explicitar el alcance del problema tratado.

⁴ <http://www.sinstandby.com>

7. TRABAJO FUTURO

Al ser un prototipo de la solución, sus alcances sólo son restringidos por la imaginación. Hablando sobre la expansión inmediata del trabajo actual tenemos:

- ❖ Extrapolar el diseño actual a un producto fabricable en una línea de producción reemplazando los componentes de prototipado rápido y creando una placa central unificada.
- ❖ Estudiar la posibilidad de incorporar una heurística de predicción del comportamiento de los usuarios de la solución, para mejorar los resultados finales de ahorro.
- ❖ Proponer una forma de integración con los aparatos existentes, para que de ser posible la solución sea totalizada al momento de la fabricación. Este proceso también va relacionado con la construcción de un firmware apropiado, reemplazando librerías como Wiring y rutinas que no son apropiadas para electrónica de consumo masivo.
- ❖ Comprobar la posibilidad, y efectividad, de incluir un sistema de compensación del factor eléctrico (por medio de capacitores) a SinStandby.

Como trabajo futuro de la idea propuesta hay ciertos puntos interesantes que se presentan a continuación:

- ❖ Estudiar la paradoja de la existencia del consumo vampiro y el problema que presenta su eliminación mediante el uso de otro consumo vampiro.
- ❖ Proponer una integración con el medidor de consumo eléctrico central de cada edificación.
- ❖ Investigar la posibilidad de eliminar el consumo vampiro de forma total, cambiando el esquema de control remoto y modo en espera con sensores activos por un nuevo esquema basado en un sensor pasivo que no use energía pero que pueda ser estimulado remotamente, creando una nueva forma de mantener la comodidad actual sin la existencia del consumo vampiro derivado.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bertoldi, P., y otros., "Standby power use: How big is the problem? What policies and technical solutions can address it?" 2002.
- [2] Fundación Chile - Programa de Energía Sustentable., "Guía residencial de Eficiencia Energética." [En línea] http://www.ppee.cl/576/articles-59297_doc_pdf.pdf.
- [3] Transelec S.A., Concurso Casa Sustentable. [En línea] [Citado el: 17 de Agosto de 2009.] <http://www.transelec.cl/index.php/2009/08/17/transelec-y-fundacion-casa-de-la-paz-llaman-a-concurso-para-crear-la-casa-sustentable/>.
- [4] LG., SúmateAhora. [En línea] [Citado el: 20 de Julio de 2010.] <http://www.sumateahora.cl/>.
- [5] Menti, U., *Standby-Consumption in office buildings: Report for the Swiss Federal Office of Energy*. s.l. : Berne, 1999.
- [6] Seeedstudio., Seeed Studio - Seeeduino overview. [En línea] [Citado el: 17 de Junio de 2010.] <http://www.seeedstudio.com/blog/seeeduino-and-its-pals/>.
- [7] ATMEL., Atmel Products - AVR Solutions - ATmega168PA. [En línea] [Citado el: 17 de Julio de 2010.] http://www.atmel.com/dyn/products/product_card_v2.asp?PN=ATmega168PA.
- [8] Arduino., Arduino Reference. [En línea] [Citado el: 17 de Junio de 2010.] <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>.
- [9] Ross, JP y Meier, A., "Whole-house measurements of standby power consumption." *Energy efficiency in household appliances and lighting*, s.l. : Springer Verlag, 2001, pág. 278.
- [10] Lebot, B., Meier, A. y Anglade, A., "Global implications of standby power use." 2000.

- [11] Unión Fenosa., *Índice Doméstico de Eficiencia Energética*. 2006.
- [12] Meier, A.K., "A worldwide review of standby power use in homes." 2001.
- [13] U.S. Environmental Protection Agency and the U.S. Department of Energy., ENERGY STAR. [En línea] [Citado el: 21 de Junio de 2010.] <http://www.energystar.gov/>.
- [14] Energy Services., "How to Buy Energy Efficient Appliances." [En línea] Junio de 2006. www.wapa.gov/es/pubs/fctsheets/appliancesfctsht.pdf.
- [15] EcoStrip., USB EcoStrip. [En línea] <http://www.ecostrip.com>.
- [16] I4U., Useful USB Gadget: The Mini Power Minder. [En línea] <http://www.i4u.com/article2124.html>.
- [17] Bits Limited., Home of the Smart Strip. [En línea] <http://www.bitsltd.net/>.
- [18] EcoSmart., SavaSocket. [En línea] <http://www.savasocket.com/>.
- [19] OneClick technologies., IntelliPanel. [En línea] <http://www.oneclickpower.com>.
- [20] WattStopper., WattStopper. [En línea] <http://www.wattstopper.com>.
- [21] Banzi, Massimo, y otros., Arduino - An open-source electronics prototyping platform. [En línea] <http://arduino.cc/>.
- [22] Banzi, Massimo, y otros., Arduino - Frequently Asked Questions. [En línea] <http://arduino.cc/en/Main/FAQ>.
- [23] Fry, Ben y Reas, Casey., Processing - An open source programming language and environment. [En línea] <http://processing.org/>.
- [24] Atmel., Industry Leader in the Design and Manufacture of Advanced Semiconductors. [En línea] <http://www.atmel.com/>.
- [25] Resnick, Halliday y Krane., "Volumen 2, Física." *Volumen 2, Física*. s.l. : Grupo Editorial Patria (ISBN 970240326x), 2002.
- [26] Hayt, W.H., "Análisis de circuitos en Ingeniería." México : Libros McGraw-Hill, 1970.
- [27] Smith, S.G. y Denyer, P.B., *Serial-data computation*. s.l. : Springer, 1988.
- [28] Ganssle, Jack G., *The firmware handbook*. s.l. : Newnes, 2004. pág. 385.
- [29] Garrido, José M. y Schlesinger, Richard., *Principles of modern operating systems*. s.l. : Jones & Bartlett Learning, 2008. pág. 512.
- [30] Hoover, G., Brewer, F. y Sherwood, T., "A case study of multi-threading in the embedded space." 2006. ACM. pág. 367.

- [31] Dunkels, A., y otros., "Protothreads: Simplifying event-driven programming of memory-constrained embedded systems." 2006. ACM. pág. 42.
- [32] Barragán, Hernando., Wiring. [En línea] <http://wiring.org.co/>.
- [33] Porter, Bill., "Ready, Set, Oscillate! The Fastest Way to Change Arduino Pins." [En línea] <http://www.billporter.info/?p=308>.
- [34] Jee Labs., Pin I/O performance. *Computing stuff tied to the physical world*. [En línea] <http://news.jeelabs.org/2010/01/06/pin-io-performance/>.
- [35] High-Low Tech., AVR Programming Advanced. [En línea] <http://hlt.media.mit.edu/wiki/pmwiki.php?n>Main.AVRProgrammingAdvanced>.
- [36] Jee Labs., Power consumption – more savings. *Computing stuff tied to the physical world*. [En línea] <http://news.jeelabs.org/2009/05/16/power-consumption-more-savings/>.
- [37] Pérez, Sergio Barrera., "Etiquetado de Eficiencia Energética." [En línea] Marzo de 2009. <http://www.chilecompra.cl/secciones/informaciones/documentos/EtiquetadoyEficienciaEnergeticaSEC.pdf>.
- [38] Superintendencia de Electricidad y Combustibles., "Página oficial." [En línea] http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,1&_dad=portal&_schema=PORTAL.
- [39] Gobierno de Chile., Expo Eficiencia Energética 2010. [En línea] <http://www.expoeficienciaenergetica.cl>.
- [40] Chilectra., Chispita - Eficiencia energética. [En línea] <http://www.chispita.cl/como-cuidar-la-energia-electrica-/eficiencia-energetica-6.html>.
- [41] Janda, Kathryn., "Worldwide status of energy standards for buildings: a 2009 update." [En línea] 2009. <http://www.eci.ox.ac.uk/publications/downloads/janda09worldwidestatus.pdf>.
- [42] Bernal, César Augusto., *Metodología para la investigación*. s.l. : Pearson Educación, 2006. ISBN: 9702606454.
- [43] Pressman, R., "Ingeniería del software. Un enfoque práctico." McGraw-Hill, 2001, págs. 84-481.
- [44] Zocholl, S.E. y Smaha, DW., "Current transformer concepts." 1992. págs. 7-9.
- [45] Topway., "Datasheet (LCD LM6059BCW)." [En línea] <http://www.topwaydisplay.com/Pub/Manual/LM6059BCW-Manual-Rev0.3.pdf>.
- [46] Lawrence Berkeley Labs., "Standby Power : Data." [En línea] [Citado el: 15 de Marzo de 2010.] <http://standby.lbl.gov/summary-table.html>.

9. ANEXOS

9.1 CONSUMO POR CLASE DE DISPOSITIVO

La siguiente tabla muestra los datos originales de [46]. En la columna denominada “Count” se muestra la cantidad total de aparatos de diferente marca o modelo que fueron considerados.

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
Air Conditioner, room/wall				
Off	0.9	0.9	0.9	1
Charger, mobile phone				
On, charged	2.24	0.75	4.11	4
On, charging	3.68	0.27	7.5	23
Power supply only	0.26	0.02	1	32
Clock, radio				
On	2.01	0.97	7.6	23
Computer Display, CRT				
Off	0.8	0	2.99	21

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
On	65.1	34.54	124.78	21
Sleep	12.14	1.6	74.5	14
Computer Display, LCD				
Off	1.13	0.31	3.5	32
On	27.61	1.9	55.48	31
Sleep	1.38	0.37	7.8	30
Computer, desktop				
On, idle	73.97	27.5	180.83	63
Off	2.84	0	9.21	64
Sleep	21.13	1.1	83.3	52
Computer, notebook				
Fully on, charged	29.48	14.95	73.1	13
Fully on, charging	44.28	27.38	66.9	8
Off	8.9	0.47	50	19
Power supply only	4.42	0.15	26.4	19
Sleep	15.77	0.82	54.8	16
Fax, inkjet				
Off	5.31	0	8.72	3
On	6.22	2.89	14	8
Fax, laser				
Off	0	0	0	1
On	6.1	6.1	6.1	1
Ready	6.42	6.42	6.42	1
Heating, furnace central				
Off	4.21	0	9.8	16

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
On	339.71	70.5	796	14
Hub, USB				
Off	1.44	0.95	1.81	5
On	2.06	1.06	3.55	7
Modem, DSL				
Off	1.37	0.33	2.02	16
On	5.37	3.38	8.22	20
Modem, cable				
Off	3.84	1.57	6.62	8
On	6.25	3.64	8.62	16
Standby	3.85	3.59	4.11	2
Multi-function Device, inkjet				
Off	5.26	0	10.03	23
On	9.16	3.9	17.7	24
Multi-function Device, laser				
Off	3.12	0	4.7	3
On	49.68	5	175	4
Night Light, interior				
Off	0.05	0	0.34	10
On	4.47	0	27.97	19
Ready	0.22	0	1.2	8
Phone, cordless				
Ready, handset	2.81	1.05	4.89	35
Ready, no handset	1.58	0.59	3.09	35
Active (talking)	1.9	0.59	3.38	33

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
Off	0.98	0.54	1.8	10
Phone, cordless with answering machine				
Ready, handset	4	2.15	7.4	20
Ready, no handset	2.82	1.72	4.7	20
Active (talking)	3.53	2.2	6.5	21
Off	2.92	0.9	7.4	11
Power Tool, cordless				
Ready, charged	8.34	1.82	14	5
Active	29.53	1.39	66	16
Ready	1.74	0	4.7	23
Printer, inkjet				
Off	1.26	0	4	25
On	4.93	1.81	22	25
Printer, laser				
Off	1.58	0	4.5	7
On	131.07	1.7	481.9	5
Range, gas				
Ready	1.13	0.7	1.7	4
Scanner, flatbed				
Off	2.48	0.27	8.2	6
On	9.6	1.71	15.6	10
Security Systems, home				
Ready	2.7	2.7	2.7	1
Set-top Box, DVR				
On, no recording	37.64	25.95	49.2	4

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
On, recording	29.29	27.27	31.3	2
Off	36.68	23.3	48.6	4
Set-top Box, digital cable with DVR				
Not recording, TV off	44.63	44.38	44.87	2
Not recording, TV on	44.4	44.2	44.6	2
Off by remote	43.46	43.3	43.61	2
Set-top Box, digital cable				
On, TV off	24.65	14.2	74.74	18
On, TV on	29.64	14.1	102.23	18
Off by remote	17.83	13.24	30.6	14
Off by switch	17.5	13.7	26.3	16
Set-top Box, satellite with DVR				
Not recording, TV off	28.35	25.8	30.9	2
Not recording, TV on	31.37	24.2	36.3	3
Off by remote	27.8	22	33.6	2
Set-top Box, satellite				
On, TV off	15.95	7.69	33.2	33
On, TV on	16.15	7.69	33.2	33
Off by remote	15.66	6.58	33.05	25
Off by switch	15.47	6.58	32.7	31
Speakers, computer				
On, no sound	4.12	0.69	9.84	21
Off	1.79	0	5.6	19
Stereo, portable				
CD, not playing	4.11	1.29	6.83	15

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
Cassette, not playing	2.42	1.16	5.92	13
CD playing	6.8	3.96	9.2	15
Off	1.66	0.7	5.44	19
Radio playing	3.3	1.36	8.25	20
Television, CRT				
Off by remote	3.06	0.3	10.34	38
Off by switch	2.88	0	16.1	58
Television, rear projection				
On	186.09	186.09	186.09	1
Off by remote	6.97	0.2	48.5	16
Off by switch	6.6	0.2	48.5	15
Timer, irrigation				
Off	2.75	1.5	5.9	14
Ready	2.84	1.5	5.9	16
Tuner, AM/FM				
On, not playing	9.48	5.08	16.4	3
On, playing	9.92	5.07	17.7	3
Off	1.12	0	3.37	3
Amplifier				
On, not playing	33.99	21.4	70.93	6
On, playing	39.16	21.11	69.3	6
Off	0.27	0	1.8	7
Audio Minisystem				
CD, not playing	13.99	1.67	36.95	28
Cassette, not playing	13.85	1.67	33.14	24

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
CD playing	19.09	5.2	41.2	24
Off	8.32	0.3	24.58	27
Radio playing	14.41	2.98	38	28
CD Player				
On, not playing	8.62	4	25.7	7
On, playing	9.91	5.8	25.6	7
Off	5.04	2	18.4	7
Caller ID Unit				
Ready	1.27	1.27	1.27	1
Cassette Deck				
On, not playing	4.53	4.36	4.7	2
On, playing	5.72	5.2	6.25	2
Off	0.54	0	1.08	2
Clock				
On	1.74	0.99	3.61	21
Radio playing	2.95	1.7	4.2	2
Coffee Maker				
Off	1.14	0	2.7	12
Copier				
Off	1.49	0	2.97	2
On	9.63	3.6	14	3
DVD Recorder				
Off	0.75	0	1.5	2
DVD Player				
On, not playing	7.54	0.24	12.7	33

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
On, playing	9.91	5.28	17.17	33
Off	1.55	0	10.58	33
DVD/VCR				
On, not playing	13.51	8.48	20.5	21
On, playing	15.33	9.43	22.37	19
Off	5.04	0.09	12.7	21
Game Console				
Active	26.98	5.4	67.68	24
Off	1.01	0	2.13	26
Ready	23.34	2.12	63.74	24
Garage Door Opener				
Ready	4.48	1.8	7.3	34
Low-voltage Landscape				
Ready	1.13	1.1	1.17	2
Microwave Ovens				
Ready, door closed	3.08	1.4	4.9	18
Ready, door open	25.79	1.6	39	17
Cooking	1433.	966.2	1723.	18
Musical Instruments				
Off	2.82	1.2	4.2	9
Receiver (audio)				
On, not playing	37.61	17.1	65.2	18
Off	2.92	0	19.7	18
Subwoofer				
On, not playing	10.7	5.8	20.6	7

Product/Mode	Average (W)	Min (W)	Max (W)	Count
On, playing	12.42	5.9	20.6	6
Surge Protector				
Off	1.05	0	6.3	6
On	0.8	0	6.92	43
Telephone Answering Device				
Off	2.01	1.31	2.55	7
Ready	2.25	1.42	2.83	7
Television/VCR				
Off by remote	5.15	2.15	13.3	6
Off by switch	5.99	2.15	13.11	7
Turtable (audio)				
On, not playing	6.01	1.72	12.8	3
Off	0.2	0	0.6	3
VCR				
On, not playing	7.77	3.8	11.62	14
Off	468.071	1.2	9.9	14

9.2 DECLARACIÓN DEL SET DE FUENTES NORMAL PARA EL DISPOSITIVO

La declaración del arreglo de fuentes se realiza en la memoria de programa (espacio de memoria flash) y no en la RAM del microcontrolador.

```
byte font_normal[] PROGMEM ={  
    0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00, /*" "=00H*/  
    0x00,0x00,0x00,0x4F,0x00,0x00,0x00,0x00, /*"!"=01H*/  
    0x00,0x00,0x07,0x00,0x07,0x00,0x00,0x00, /*""=02h*/  
    0x00,0x14,0x7F,0x14,0x7F,0x14,0x00,0x00, /*#"=03h*/  
    0x00,0x24,0x2A,0x7F,0x2A,0x12,0x00,0x00, /*$"=04h*/  
    0x00,0x23,0x13,0x08,0x64,0x62,0x00,0x00, /*%"=05h*/  
    0x00,0x36,0x49,0x55,0x22,0x50,0x00,0x00, /*%"&=06h*/  
    0x00,0x00,0x05,0x03,0x00,0x00,0x00,0x00, /*%"'=07h*/  
    0x00,0x00,0x1C,0x22,0x41,0x00,0x00,0x00, /*%"("=08h*/  
    0x00,0x00,0x41,0x22,0x1C,0x00,0x00,0x00, /*%"")=09h*/  
    0x00,0x14,0x08,0x3E,0x08,0x14,0x00,0x00, /*%"*=0Ah*/  
    0x00,0x08,0x08,0x3E,0x08,0x08,0x00,0x00, /*%"+"=0Bh*/  
    0x00,0x00,0x50,0x30,0x00,0x00,0x00,0x00, /*%";"=0Ch*/  
    0x00,0x08,0x08,0x08,0x08,0x08,0x00,0x00, /*%"-"=0Dh*/  
    0x00,0x00,0x60,0x60,0x00,0x00,0x00,0x00, /*%"."=0Eh*/  
    0x00,0x20,0x10,0x08,0x04,0x02,0x00,0x00, /*%"/"=0Fh*/  
    0x00,0x3E,0x51,0x49,0x45,0x3E,0x00,0x00, /*%"0"=10h*/  
    0x00,0x00,0x42,0x7F,0x40,0x00,0x00,0x00, /*%"1"=11h*/  
    0x00,0x42,0x61,0x51,0x49,0x46,0x00,0x00, /*%"2"=12h*/  
    0x00,0x21,0x41,0x45,0x4B,0x31,0x00,0x00, /*%"3"=13h*/  
    0x00,0x18,0x14,0x12,0x7F,0x10,0x00,0x00, /*%"4"=14h*/  
    0x00,0x27,0x45,0x45,0x45,0x39,0x00,0x00, /*%"5"=15h*/  
    0x00,0x3C,0x4A,0x49,0x49,0x30,0x00,0x00, /*%"6"=16h*/  
    0x00,0x01,0x01,0x79,0x05,0x03,0x00,0x00, /*%"7"=17h*/  
    0x00,0x36,0x49,0x49,0x49,0x36,0x00,0x00, /*%"8"=18h*/  
    0x00,0x06,0x49,0x49,0x29,0x1E,0x00,0x00, /*%"9"=19h*/  
    0x00,0x00,0x36,0x36,0x00,0x00,0x00,0x00, /*%" :"=1Ah*/  
    0x00,0x00,0x56,0x36,0x00,0x00,0x00,0x00, /*%";"=1Bh*/  
    0x00,0x08,0x14,0x22,0x41,0x00,0x00,0x00, /*%"<"=1Ch*/  
    0x00,0x14,0x14,0x14,0x14,0x00,0x00, /*%"="=1Dh*/  
    0x00,0x00,0x41,0x22,0x14,0x08,0x00,0x00, /*%">"=1Eh*/  
    0x00,0x02,0x01,0x51,0x09,0x06,0x00,0x00, /*%"?"=1Fh*/  
    0x00,0x32,0x49,0x79,0x41,0x3E,0x00,0x00, /*%"@"=20h*/  
    0x00,0x7E,0x11,0x11,0x11,0x7E,0x00,0x00, /*%"A"=21h*/  
    0x00,0x41,0x7F,0x49,0x49,0x36,0x00,0x00, /*%"B"=22h*/  
    0x00,0x3E,0x41,0x41,0x41,0x22,0x00,0x00, /*%"C"=23h*/  
    0x00,0x41,0x7F,0x41,0x41,0x3E,0x00,0x00, /*%"D"=24h*/  
    0x00,0x7F,0x49,0x49,0x49,0x00,0x00, /*%"E"=25h*/  
    0x00,0x7F,0x09,0x09,0x09,0x01,0x00,0x00, /*%"F"=26h*/  
    0x00,0x3E,0x41,0x41,0x49,0x7A,0x00,0x00, /*%"G"=27h*/  
    0x00,0x7F,0x08,0x08,0x08,0x7F,0x00,0x00, /*%"h"=28h*/  
    0x00,0x00,0x41,0x7F,0x41,0x00,0x00,0x00, /*%"I"=29h*/  
    0x00,0x20,0x40,0x41,0x3F,0x01,0x00,0x00, /*%"J"=2Ah*/  
    0x00,0x7F,0x08,0x14,0x22,0x41,0x00,0x00, /*%"K"=2Bh*/  
    0x00,0x7F,0x40,0x40,0x40,0x40,0x00,0x00, /*%"L"=2Ch*/  
    0x00,0x7F,0x02,0x0C,0x02,0x7F,0x00,0x00, /*%"M"=2Dh*/  
    0x00,0x7F,0x06,0x08,0x30,0x7F,0x00,0x00, /*%"N"=2Eh*/  
    0x00,0x3E,0x41,0x41,0x41,0x3E,0x00,0x00, /*%"O"=2Fh*/  
    0x00,0x7F,0x09,0x09,0x09,0x06,0x00,0x00, /*%"P"=30h*/
```

```

0x00,0x3E,0x41,0x51,0x21,0x5E,0x00,0x00, /*"Q"=31h*/
0x00,0x7F,0x09,0x19,0x29,0x46,0x00,0x00, /*"R"=32h*/
0x00,0x26,0x49,0x49,0x49,0x32,0x00,0x00, /*"S"=33h*/
0x00,0x01,0x01,0x7F,0x01,0x01,0x00,0x00, /*"T"=34h*/
0x00,0x3F,0x40,0x40,0x40,0x3F,0x00,0x00, /*"U"=35h*/
0x00,0x1F,0x20,0x40,0x20,0x1F,0x00,0x00, /*"V"=36h*/
0x00,0x7F,0x20,0x18,0x20,0x7F,0x00,0x00, /*"W"=37h*/
0x00,0x63,0x14,0x08,0x14,0x63,0x00,0x00, /*"X"=38h*/
0x00,0x07,0x08,0x70,0x08,0x07,0x00,0x00, /*"Y"=39h*/
0x00,0x61,0x51,0x49,0x45,0x43,0x00,0x00, /*"Z"=3Ah*/
0x00,0x00,0x7F,0x41,0x41,0x00,0x00,0x00, /* "["=3Bh*/
0x00,0x02,0x04,0x08,0x10,0x20,0x00,0x00, /* "\\"=3Ch*/
0x00,0x00,0x41,0x41,0x7F,0x00,0x00,0x00, /* "]"=3Dh*/
0x00,0x04,0x02,0x01,0x02,0x04,0x00,0x00, /* "^"=3Eh*/
0x00,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x00,0x00, /* "_"=3Fh*/
0x00,0x01,0x02,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00, /* "`"=40h*/
0x00,0x20,0x54,0x54,0x54,0x78,0x00,0x00, /* "a"=41h*/
0x00,0x7F,0x48,0x44,0x44,0x38,0x00,0x00, /* "b"=42h*/
0x00,0x38,0x44,0x44,0x44,0x28,0x00,0x00, /* "c"=43h*/
0x00,0x38,0x44,0x44,0x48,0x7F,0x00,0x00, /* "d"=44h*/
0x00,0x38,0x54,0x54,0x54,0x18,0x00,0x00, /* "e"=45h*/
0x00,0x00,0x08,0x7E,0x09,0x02,0x00,0x00, /* "f"=46h*/
0x00,0x0C,0x52,0x52,0x4C,0x3E,0x00,0x00, /* "g"=47h*/
0x00,0x7F,0x08,0x04,0x04,0x78,0x00,0x00, /* "h"=48h*/
0x00,0x00,0x44,0x7D,0x40,0x00,0x00,0x00, /* "i"=49h*/
0x00,0x20,0x40,0x44,0x3D,0x00,0x00,0x00, /* "j"=4Ah*/
0x00,0x00,0x7F,0x10,0x28,0x44,0x00,0x00, /* "k"=4Bh*/
0x00,0x00,0x41,0x7F,0x40,0x00,0x00,0x00, /* "l"=4Ch*/
0x00,0x7C,0x04,0x78,0x04,0x78,0x00,0x00, /* "m"=4Dh*/
0x00,0x7C,0x08,0x04,0x04,0x78,0x00,0x00, /* "n"=4Eh*/
0x00,0x38,0x44,0x44,0x44,0x38,0x00,0x00, /* "o'"=4Fh*/
0x00,0x7E,0x0C,0x12,0x12,0x0C,0x0C,0x00,0x00, /* "p"=50h*/
0x00,0x0C,0x12,0x12,0x0C,0x7E,0x00,0x00, /* "q"=51h*/
0x00,0x7C,0x08,0x04,0x04,0x08,0x00,0x00, /* "r"=52h*/
0x00,0x58,0x54,0x54,0x54,0x64,0x00,0x00, /* "s"=53h*/
0x00,0x04,0x3F,0x44,0x40,0x20,0x00,0x00, /* "t"=54h*/
0x00,0x3C,0x40,0x40,0x3C,0x40,0x00,0x00, /* "u"=55h*/
0x00,0x1C,0x20,0x40,0x20,0x1C,0x00,0x00, /* "v"=56h*/
0x00,0x3C,0x40,0x30,0x40,0x3C,0x00,0x00, /* "w"=57h*/
0x00,0x44,0x28,0x10,0x28,0x44,0x00,0x00, /* "x"=58h*/
0x00,0x1C,0xA0,0xA0,0x90,0x7C,0x00,0x00, /* "y"=59h*/
0x00,0x44,0x64,0x54,0x4C,0x44,0x00,0x00, /* "z"=5Ah*/
0x00,0x00,0x08,0x36,0x41,0x00,0x00,0x00, /* "{"=5Bh*/
0x00,0x00,0x00,0x77,0x00,0x00,0x00,0x00, /* "|"=5Ch*/
0x00,0x00,0x41,0x36,0x08,0x00,0x00,0x00, /* "}"=5Dh*/
0x00,0x02,0x01,0x02,0x04,0x02,0x00,0x00, /* "~"=5Fh*/
0x00,0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0x00,0x00          /* "=0x60*/
};

}

```

9.3 PROTOTIPO 1 DE SINSTANDBY

TALCA | PÁG. 5
EL CENTRO Martes 1 de diciembre de 2010

CRÓNICA

Manejo de agua, energía y residuos

Tres proyectos maulinos pasan a la final de "casa sustentable"

Concurso busca captar personas interesadas en innovar y dar soluciones para el hogar. Esta etapa incluyó participantes del Maule hasta Valparaíso

TALCA. Con la misión de innovar y dar soluciones en cuanto al manejo de agua, energía y residuos en el hogar, ayer se realizó en el ala Talca del hotel Diego de Almagro la final zonal del concurso "Innovando con energía: la casa sustentable del siglo XXI", que organiza Transelec y Casa de la Paz, donde se eligieron cinco proyectos que participarán en la gran final nacional, donde tres de los seleccionados son maulinos.

Al certamen se presentaron una docena de iniciativas, las que fueron calificadas por un jurado integrado por las diversas áreas de responsabilidad en cuantos al tema medioambiental, donde las ganadoras fueron la imposta de basuras, briquetas de residuos para combustión, bloqueador de energía para aparatos en reposo, sistema hidráulico y panel teracústico, todos de particulares e instituciones de Valparaíso hasta el Maule.

El gerente de la zona centro-sur de Transelec, Luis Pérez, indicó que se cumplió el objetivo de captar personas interesadas en innovar y dar soluciones para la puesta en marcha de una casa sustentable, a partir de que el tema energético, el uso del agua y el manejo de residuos a nivel domiciliario, son importantes.

"La idea es que estos proyectos tengan una aplicación real. Existe una necesidad permanente de buscar soluciones y en Chile tenemos mucho que hacer al respecto. Hay mucho espacio para innovar y hacer cosas nuevas", manifestó.

La directora regional de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama), Mónica Rivera-partida de jurado, aplaudió el concurso en cuanto a la importancia de iniciativas patrocinadas por la empresa privada y con participación de diversos organismos. "Necesitamos generar mecanismos para potenciar iniciativas de reciclaje en la región, reutilización en el tratamiento de aguas en los sectores rurales y la disminución en el consumo de energía eléctrica", precisó.

Además de la directora regional de Conama, formaron parte del jurado representantes de la Seremi de Vivienda, el alcalde Juan Castro, y Díaz "El Centro".

GANADORES Para aprovechar los residuos industriales en la generación de energía, los limeños Luis Flores y María Paz Flores idearon las "briquetas de residuos para la combustión", a partir de aserrín, desechos frutales como la cáscara de avellana europea, nueces y semillas. "Tienen varios usos, primero, en la casa porque sirve para encender, es liviana, seca y no contamina. Están diseñados de acuerdo al aprovechamiento de los subproductos para generar energía, aumentarla y permanecerla", aseguró Luis Flores.

En tanto, el curicano y estudiante de la Universidad de Talca, Erwin Ried, diseñó un bloqueador de

5 innovaciones fueron escogidas en la etapa centro-sur, que incluye desde la región de Valparaíso hasta el Maule

Los cinco seleccionados para la final nacional, con el gerente de la zona centro-sur de Transelec, Luis Pérez.

Eficiencia

A nivel nacional se premiarán el 29 de diciembre a las 15 mejores iniciativas que promuevan el uso eficiente de energía y agua en los hogares, que formarán parte de la "casa sustentable" que recorrerá el país mostrando la utilidad real, eficiencia y cuidado del medio ambiente de cada uno de los inventos.

Figura 44: Prototipo de SinStandby en la preselección para el concurso Innovando con Energía



Figura 45: Reportaje sobre el prototipo del aparato



Figura 46: Prototipo de SinStandby presentado en el concurso Innovando con Energía de Transelec y Casa de la Paz



Figura 47: Ficha y video promocional de SinStandby para el concurso de LG Electronics

9.4 RESULTADOS

9.4.1 CÁLCULOS

Tabla 12: Totales mensuales calculados en pesos para el escenario 1

	Consumo mensual promedio	Consumo mensual mínimo (Aparatos eficientes, poco tiempo sin uso)	Consumo mensual máximo (Aparatos ineficientes, mucho tiempo sin uso)
Promedio ahorrado (CPL)	\$ 3.775	\$ 201	\$ 7.349
Mínimo ahorrado (CPL)	\$ 3.285	\$ 175	\$ 6.395
Máximo ahorrado (CPL)	\$ 4.265	\$ 227	\$ 8.303

Tabla 13: Totales mensuales calculados en pesos para el escenario 2

	Consumo mensual promedio	Consumo mensual mínimo (Aparatos eficientes, poco tiempo sin uso)	Consumo mensual máximo (Aparatos ineficientes, mucho tiempo sin uso)
Promedio ahorrado (CPL)	\$ 2.298	\$ 222	\$ 4.375
Mínimo ahorrado (CPL)	\$ 2.000	\$ 193	\$ 3.807
Máximo ahorrado (CPL)	\$ 2.597	\$ 251	\$ 4.943