

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**CONTROLADOR DE NIVEL DE LÍQUIDOS, ALIMENTADO CON ENERGÍA
SOLAR**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
ELECTRÓNICA

Alumno:

Pablo Javier Olguín Colombo

Profesor Guía:

Ing. Loreto Marín Carcey

2014

RESUMEN

KEYWORDS: RIEGEL EIRL – ENERGIA SOLAR, MICROCONTROLADOR, XBEE, CONTROLADOR DE NIVEL

La empresa RIEGEL con ubicación en Avenida Concón Reñaca 526 y cuyo giro es diseño y comercialización de productos electrónicos, se dedica principalmente al tratamiento de líquidos, destacando la comercialización de flujómetros ARKON, marca la cual es representante exclusivo en Chile. Además, ofrece otros productos destinados al control de líquidos, tales como sensores de nivel, bombas, válvulas y dispone de una gama de controladores inteligentes FLUX, diseñados en la misma empresa.

Principalmente, con este último tema, el alumno pasante, tuvo bastante relación, ya durante el período de pasantía, tenía como tarea, la creación de un nuevo controlador inteligente, con características distintas a los ya existentes. Esta labor fue requerida al alumno, debido que fue insertado en el departamento de desarrollo electrónico de la empresa, teniendo como rol, el estudio y diseño de nuevos circuitos capaces de satisfacer las necesidades de un nuevo controlador para la empresa, para su posterior comercialización.

Al término de esta experiencia, cabe destacar la madurez que el alumno adquirió durante el período de estadía en la empresa, creciendo tanto en lo personal como en lo profesional, ya que se vieron reforzados los conocimientos entregados por la universidad y además se adquirió confianza en sí mismo por lo realizado. Sin embargo, gracias al apoyo brindado por la empresa, el desarrollo de la pasantía fue exitoso y gratificante.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: RIEGEL

- 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA
 - 1.1.1. Ubicación geográfica
 - 1.1.2. Rubro
 - 1.1.3. Visión
 - 1.1.4. Misión
 - 1.1.5. Tipo de empresa
- 1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE LA EMPRESA
 - 1.2.1. Departamento de desarrollo
 - 1.2.2. Sección ventas
- 1.3. DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA
 - 1.3.1. Estación de soldadura ERSA
 - 1.3.2. Horno infrarrojo para soldar
 - 1.3.3. Osciloscopio digital AGILENT
 - 1.3.4. Estación de reballing Zhuo-Mao R6200

CAPÍTULO 2: ESTADÍA EN LA EMPRESA RIEGEL

- 2.1. ROL DESEMPEÑADO DENTRO DE LA EMPRESA
- 2.2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA ESTADÍA
- 2.3. DISEÑO DEL CONTROLADOR DE NIVEL DE LÍQUIDOS CON ALIMENTACIÓN SOLAR
 - 2.3.1. Bloque 1: Cargador solar
 - 2.3.2. Bloque 2: Elevador de tensión y sensor de 4-20 mA
 - 2.3.3. Bloque 3: Microcontrolador PIC
 - 2.3.4. Bloque 4: Comunicación inalámbrica

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA EN LA EMPRESA

- 3.1. CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA UNIVERSIDAD USADOS POR EL ALUMNO
- 3.2. CONOCIMIENTOS QUE EL ALUMNO DEBIÓ ADQUIRIR DURANTE EL PERÍODO DE PASANTÍA
- 3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES QUE LA CARRERA ENTREGÓ A TRAVÉS DE SU MALLA CURRICULAR

- 3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS DURANTE EL PERÍODO DE PASANTÍA
- 3.4. TRABAJO EN EQUIPO
- 3.5. MENCIÓN ESPECÍFICA DE LAS HERRAMIENTAS QUE LA UNIVERSIDAD DEBIERE ENTREGAR PARA MEJORAR EL TRABAJO EN EQUIPO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Plano de Concón
- Figura 1-2. Entrada principal de la empresa
- Figura 1-3. Recepción empresa RIEGEL
- Figura 1-4. Controlador CN1
- Figura 1-5. Módulo de demostración RIEGEL
- Figura 1-6. Representaciones de la empresa
- Figura 1-7. Sala de ventas RIEGEL
- Figura 1-8. Flujómetro MAGX2
- Figura 1-9. Flujómetro MagB1
- Figura 1-10. Estación de soldadura ERSA I-CON2
- Figura 1-11. Herramienta I-Tool
- Figura 1-12. Herramienta Chip Tool
- Figura 1-13. Chip Tool en acción
- Figura 1-14. Herramienta X-Tool en conjunto con extractor CU (a la izquierda)
- Figura 1-15. X-Tool en acción
- Figura 1-16. Horno infrarrojo T-962^a
- Figura 1-17. Osciloscopio Agilent DSO-X 3014A
- Figura 1-18. Osciloscopio en funcionamiento
- Figura 1-19. Estación de reballing ZM R6200
- Figura 1-20. Chip PQFN
- Figura 1-21. Estación de reballing ZM R6200 instalada en RIEGEL
- Figura 2-1. Transmisor flujómetro ARKON MAGX2
- Figura 2-2. Ejemplo de sensores hidrostáticos
- Figura 2-3. Circuito de prueba para sensores de nivel
- Figura 2-4. Diagrama del proyecto principal
- Figura 2-5. Circuito convertidor DC-DC topología boost
- Figura 2-6. Estado de encendido, cuando Q=ON
- Figura 2-7. Estado de apagado, cuando Q=OFF
- Figura 2-8. Convertidor DC-DC con control PWM
- Figura 2-9. Circuito equivalente para el integrado SPV1040
- Figura 2-10. Circuito típico para el L6924D
- Figura 2-11. Diferentes estados del integrado L6924D
- Figura 2-12. Circuito loop de corriente de 4-20mA
- Figura 2-13. Consumos del PIC en diferentes estados
- Figura 2-14. Conexión típica entre microcontrolador PIC y XBEE
- Figura 2-15. Dispositivo XBEE PRO S2B
- Figura 2-16. Topología de redes Zigbee
- Figura 3-1. Placa de evaluación PIC
- Figura 3-2. Icono del software EAGLE
- Figura 3-3. Demostración de ruteo manual en software EAGLE

Figura 3-4. Resistencia through hole

Figura 3-5. Resistencias SMD

Figura 3-6. Punta de cautín ERSO I-CON2

Figura 3-7. PIC32MX360F512L sostenido por un dedo

Figura 3-8. Flux líquido para soldar

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

CHIP TOOL	: Herramienta extractora de chips
CN1	: Equipo fabricado en la empresa
EIRL	: Empresario Independiente Responsabilidad Limitada
GPRS	: General Packet Radio Service
HD	: High Definition
I-CON2	: Estación de soldadura
I-TOOL	: Cautín
LCD	: Liquid Crystal Display
Modbus	: Protocolo de comunicación
PCB	: Printed Circuit Board (Circuito impreso)
PQFN	: Tipo de encapsulado de circuito integrado
RB100	: Equipo fabricado en la empresa
RS-485	: Interfaz de comunicación
SMD	: Surface Mount Device
SMT	: Surface Mount Technology
T 962 ^a	: Horno para soldar
TCP	: Transmission Control Protocol
VAC	: Voltaje corriente alterna
VDC	: Voltaje corriente continúa
X-TOOL	: Herramienta extractora de soldadura
ZM-R6200	: Máquina de reballing

B. SIMBOLOGÍA

Hz	: Frecuencia
g	: Gramos
mm	: Milímetros

INTRODUCCIÓN

RIEGEL posee dos secciones muy marcadas, en primer lugar se encuentra la sección ventas, que se encarga de comercializar los productos que la empresa representa y, además, ofrecer los productos creados por la misma. En segundo lugar se encuentra la sección de desarrollo electrónico, encargada de la creación de equipos para la industria en base a lo que el mercado esté necesitando. Este departamento está en constante movimiento, ya que las necesidades de los clientes van cambiando y aumentando constantemente. Es en esta sección donde el alumno pasante fue insertado y debido a nuevas necesidades del mercado, este mismo, tuvo la labor de crear un nuevo equipo. El desafío a realizar por el alumno es la creación de un equipo autónomo, capaz de funcionar sin la necesidad de la red eléctrica aprovechando la energía proveniente del sol. Este nuevo controlador debe ser capaz de medir el nivel de un pozo mediante un sensor de nivel hidrostático, procesar la información recogida desde el sensor, para luego ser enviada de forma inalámbrica a un controlador central, informándole la cantidad de líquido que posee el pozo.

El aparato remoto, al ser dependiente de la energía solar, debe poseer una batería para almacenar esta energía. Es por esto que, durante el desarrollo del proyecto, es de suma importancia la eficiencia energética, cuidando al máximo la batería con consumos controlados de corriente. Por otra parte, es importante destacar que el nuevo equipo debe contar con un controlador principal, encargado de procesar información del sensor, de interpretarla para posteriormente enviarla de forma inalámbrica a una unidad receptora principal.

Para llevar a cabo esta tarea, el alumno tuvo que organizar un calendario diferenciando las distintas etapas que conlleva la creación de un circuito electrónico, pasando por etapas de estudio y diseño de circuitos, su implementación y verificación de funcionamiento para, luego, armar una placa prototipo.

CAPÍTULO 1: RIEGEL

1. RIEGEL

En este capítulo se detalla la información de la empresa a través de tres pilares fundamentales, los cuales son: descripción de la empresa, descripción de las diferentes secciones que existen dentro de ella y, por último, la descripción de la maquinaria con la cual se procederá a operar. A lo largo del capítulo se irá profundizando cada tema por separado.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A continuación se detalla cómo está constituida la empresa RIEGEL, nombrando desde su estructura interna hasta mencionar a qué se dedica específicamente.

1.1.1. Ubicación geográfica

RIEGEL se encuentra ubicada actualmente en la comuna de Concón, región de Valparaíso, con dirección Avda. Concón Reñaca N°526, específicamente donde está el punto rojo en la Figura 1-1. Además, en la figura 1-2 se aprecia el frontis de la empresa.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/>

Figura 1-1. Plano de Concón



Fuente: Imagen tomada en las instalaciones de la empresa

Figura 1-2. Entrada principal de la empresa

1.1.2. Rubro

La empresa tiene un amplio rubro, principalmente se dedica al manejo de fluidos, ofreciendo productos para esto, como equipos de bombeo, controladores, válvulas y sensores. Otro punto muy fuerte es la entrega de soporte a los clientes, viendo en terreno problemas asociados a fluidos y ofreciendo soluciones innovadoras en base a lo observado.

Adicionalmente, se ofrecen servicios de automatización de plantas, equipos de telemetría y desarrollo de productos electrónicos acorde a las necesidades del mercado.

1.1.3. Visión

Posicionarnos como una empresa con orientación hacia el cliente en la comercialización y desarrollo de productos.

Entregar la mayor calidad en nuestros proyectos y dar soporte en todas nuestras actividades y obtener de esta forma la confianza de nuestros compradores. La innovación permanente nos permitirá ser una empresa proactiva y flexible ante los cambios y la globalización.

A través de una política de cumplimiento, honestidad y transparencia lograr ser percibido por nuestros clientes, proveedores, personal interno y la comunidad como una empresa íntegra y esforzada en cumplir con todos sus compromisos.

Aportar desde nuestra posición con el desarrollo tecnológico de Chile.

1.1.4. Misión

Crear valor para nuestros clientes a través de soluciones innovadoras, inteligentes y prácticas. Debemos buscar siempre la auto superación y plantearnos desafíos.

La motivación de cada miembro de la organización es clave para seguir desarrollándonos integralmente como empresa.

1.1.5. Tipo de empresa

RIEGEL es una empresa de responsabilidad limitada (E.I.R.L), formada por Christof Riegel Drexel, el cual tiene a su cargo una sección de ventas y otra que se dedica al desarrollo de productos electrónicos.

1.2. **DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE LA EMPRESA**

La empresa consta de dos secciones bien delimitadas, las cuales son desarrollo y ventas. El departamento de desarrollo está formado por un equipo multidisciplinario preparado para recibir cualquier requerimiento del mercado o de un cliente en específico. Este equipo lleva a cabo soluciones eficaces a través de controladores que cubran necesidades generales y, al tratarse de asuntos más específicos, a través de tableros de control o lo más apropiado según el requerimiento.

Por otra parte, se encuentra la sección ventas, creada con el objetivo de comercializar los productos que el departamento de desarrollo crea o las marcas que la empresa RIEGEL representa.

Al momento de ingresar a RIEGEL, inmediatamente se encuentra la recepción (Figura 1-3) a cargo de una recepcionista, quien deriva directamente a vendedores o al encargado de la empresa a los clientes, dependiendo de lo que busquen.



Fuente: Imagen tomada en la recepción de la empresa

Figura 1-3. Recepción empresa RIEGEL

1.2.1. Departamento de desarrollo

Como se mencionó anteriormente, este departamento crea diversas soluciones a problemáticas reales de la industria. En seguida se describen algunas de las creaciones que se han llevado a cabo en este departamento.

1.2.1.1. Controlador CN1



Fuente: RIEGEL

Figura1-4. Controlador CN1

En la figura 1-4, se observa el controlador CN1. Este equipo está diseñado para aplicaciones de extracción de agua, típicamente en la minería, construcción, pozos, entre otros usos. El equipo indica el nivel de agua preciso en cada instante y

permite fijar fácilmente el nivel de arranque y el nivel de parada de una bomba. Además, el controlador informa las horas y minutos de funcionamiento total del motor (horómetro) e indica, mediante luz roja, si el sensor de nivel se encuentra en falla. Todos los datos se guardan automáticamente en una memoria integrada.

Actualmente, este controlador se encuentra instalado en un módulo de demostración ubicado en las dependencias de la empresa RIEGEL. En este módulo se muestran las bondades que ofrece este equipo. En la figura 1-5 se presenta una imagen de dicho módulo.



Fuente: Imagen tomada en las instalaciones de la empresa

Figura 1-5. Módulo de demostración RIEGEL

Este módulo de demostración cuenta con un flujómetro marca ARKON modelo MagX2, una válvula, controlador CN1, sensor de nivel y bomba de agua. El módulo funciona de la siguiente manera: el controlador CN1, es capaz de configurar, mediante usuario, el nivel de partida y parada de la bomba, luego de esto, el estanque se comienza a llenar de agua y, por medio del sensor de nivel, que se encuentra instalado en el controlador, va mostrando el nivel actual de agua en el estanque. Adicionalmente se encuentra instalado un flujómetro, el cual está

sensando el caudal de agua que pasa por la tubería. Por último, está la válvula conectada al equipo CN1; éste toma control de ella, indicándole cuándo debe abrir para permitir el paso de líquido o cerrar para impedir el paso de éste.

1.2.1.2. Equipo de telemetría RB100

El equipo de telemetría RB100 fue diseñado, en su totalidad, por el departamento de desarrollo de la empresa. Su función es, mediante interfaz RS-485 y protocolo MODBUS, interrogar a equipos que posean este mismo protocolo. Principalmente, fue creado para trabajar en conjunto con los flujómetros que esta misma empresa comercializa. Al tener conectado un equipo RB100 con un flujómetro, a través de la interfaz RS-485, el RB100 es capaz de acceder a los datos más importantes del flujómetro, como, por ejemplo, el caudal de líquido que pasa por la tubería donde se encuentra instalado el flujómetro. Gracias a un modem GPRS que integra este equipo, los datos que extrae son alojados en un servidor, para luego ser mostrados en una página web teniendo el control de esa variable de forma remota, al instante y precisa.

La Figura 1-5 muestra el módulo de demostración de la empresa RIEGEL que aún se encuentra en etapas de mejora. A futuro, está contemplada la implementación de un equipo RB100, el cual no tendría ningún problema en instalarse, ya que el módulo contiene un flujómetro que puede ser interrogado por el RB100, entregando sus valores de caudal, para luego llevar estos datos a un servidor online, para posteriormente visualizarlos de forma remota vía internet.

1.2.2. Sección ventas

RIEGEL E.I.R.L representa a una gran cantidad de marcas extranjeras, las cuales ofrecen diversos productos relacionados con la medición de líquidos como, por ejemplo: flujómetros, válvulas, sensores de nivel, bombas y sistema de monitoreo de flujo mediante servicios de telemetría. En la Figura 1-6, se pueden apreciar las marcas que RIEGEL representa.



Fuente: Imagen tomada en el frontis de RIEGEL

Figura 1-6. Representaciones de la empresa

Esta sección se encarga de ofrecer estos productos a los clientes y, además, servicios integrales a problemáticas que se presenten, desarrollando proyectos para la solución de dichos problemas y entregando soporte de postventa.

Su lugar físico en la empresa se puede visualizar en la figura 1-7. Esto se ubica en el primer piso a un costado de la recepción.

RIEGEL, es representante exclusivo de la marca Arkon, la cual tiene su casa matriz en República Checa y ofrece una completa línea de flujómetros en versiones compacta o remota. Los productos Arkon responden a las más altas exigencias industriales siendo estables y confiables en condiciones extremas de uso y clima.



Fuente: Imagen tomada en la sala de ventas de la empresa

Figura1-7. Sala de ventas RIEGEL

1.2.2.1. MagX2



Fuente: Imagen tomada desde tríptico informativo propiedad de RIEGEL

Figura 1-8. Flujómetro MAGX2

El MAGX2 (Figura 1-8) es un flujómetro electromagnético de diseño modular “Plug and Play”. Es flexible y adaptable a todo tipo de aplicaciones, desde las más simples, donde los costos son muy importantes, hasta las más exigentes que requieren una solución más avanzada como GPRS o TCP/IP. El transmisor consiste en una unidad básica de bajo costo a la que pueden añadirse módulos opcionales según las necesidades del usuario final. El MAGX2 cuenta con sistema Datalogger.

1.2.2.2. MagB1



Fuente: Imagen tomada desde tríptico informativo propiedad de RIEGEL

Figura 1-9. Flujómetro MagB1

El MAGB1 (Figura 1-9) es un flujómetro electromagnético alimentado con batería, lo que hace posible la instalación de un medidor de flujo de alta precisión en cualquier lugar, independientemente de que haya fuentes de excitación disponibles. Es alimentado por 2 baterías de litio de 3,6 V instaladas en el interior del transmisor con una duración de hasta 5 años. La comunicación se realiza a través de un puerto USB utilizando protocolo Modbus RTU o GPRS. El MAGB1 cuenta también con un sistema Datalogger.

1.3. DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA

En la siguiente sección se nombran las diversas maquinarias o equipos que se encuentran a disposición en la empresa. Éstas van desde osciloscopios hasta máquina soldadora y extractora de circuitos integrados semiautomática. Las herramientas más complejas ayudan de manera muy favorable al desarrollo de un proyecto o al mantenimiento de placas electrónicas.

1.3.1. Estación de soldadura ERSA



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-10. Estación de soldadura ERSA I-CON2

A medida que los tiempos avanzan, los circuitos son más complejos y sus componentes van disminuyendo en tamaño, para así lograr PCB de menores dimensiones. Surge un problema al soldar este tipo de componentes con un cautín común y corriente; es por esto que ERSA se adelanta con respecto a la

competencia, ofreciendo una gran calidad de herramientas para lograr el soldaje de estas piezas (figura 1-10).

La característica más importante de esta estación es su soldador, llamado i-Tool (figura 1-11), el cual posee ventajas frente a la competencia, pues tiene peso ultra ligero (30 g) y es ultracorta (155 mm) lo que disminuye la distancia entre el mango y la punta, facilitando el manejo del caudín.



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-11. Herramienta I-Tool

Otra herramienta importante es el Chip Tool (Figura 1-12 y Figura 1-13), el cual está basado en versiones anteriores de las herramientas de ERSA. Esta vez, ha sido rediseñado para mejorar la ergonomía y precisión en las reparaciones. Este nuevo diseño permite utilizar una gama de puntas desoldadoras SMT para la extracción de los componentes más pequeños.



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-12. Herramienta Chip Tool



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-13. Chip Tool en acción

Otro accesorio que facilita bastante las labores de desoldaje es el X-Tool (Figura 1-15), el cual es un desoldador extremadamente potente, diseñado específicamente para aplicaciones de desoldadura Through-hole en los PCBs. Una desoldadura segura en entorno libre de plomo, es mucho más complicada debido a la mayor temperatura que involucra el proceso, por lo que se necesitará de un desoldador que funcione de manera efectiva en estas condiciones.

El X-Tool de ERSA, con 120 W, permite al operario realizar reparaciones Through-hole a la menor temperatura posible y de la manera más segura. El concepto único de “depósito de calor” garantiza el menor tiempo de respuesta y el control de temperatura de la punta garantiza la recuperación más rápida. Esta unidad se debe utilizar en combinación con el extractor CU (Figura 1-14)



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-14. Herramienta X-Tool en conjunto con extractor CU (a la izquierda)



Fuente:

http://www.poirot.cl/documents/HERRAMIENTAS%20SOLDADORAS/16_%20ESTACION%20ICON%202.pdf

Figura 1-15. X-Tool en acción

1.3.2. Horno infrarrojo para soldar

Otra herramienta que se encuentra a disposición es el horno infrarrojo (Figura 1-16) para el soldaje de componentes SMD en placas impresas. Esta acción la lleva a cabo gracias a su potente emisor infrarrojo, provocando un flujo de aire caliente por todo el compartimiento interior del horno, el cual se distribuye uniformemente. El horno está provisto de un microcontrolador que regula la cantidad de calor que debe generar el emisor de infrarrojo, el cual es configurable por el usuario, ya sea mediante curvas de temperaturas que están cargadas, o bien mediante los botones que posee este aparato.



Fuente: http://puhuit.com/main/page_products_t962a_ir_ovenic_heater.html

Figura 1-16. Horno infrarrojo T-962^a

1.3.3. Osciloscopio digital AGILENT



Fuente: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-7650EN.pdf>

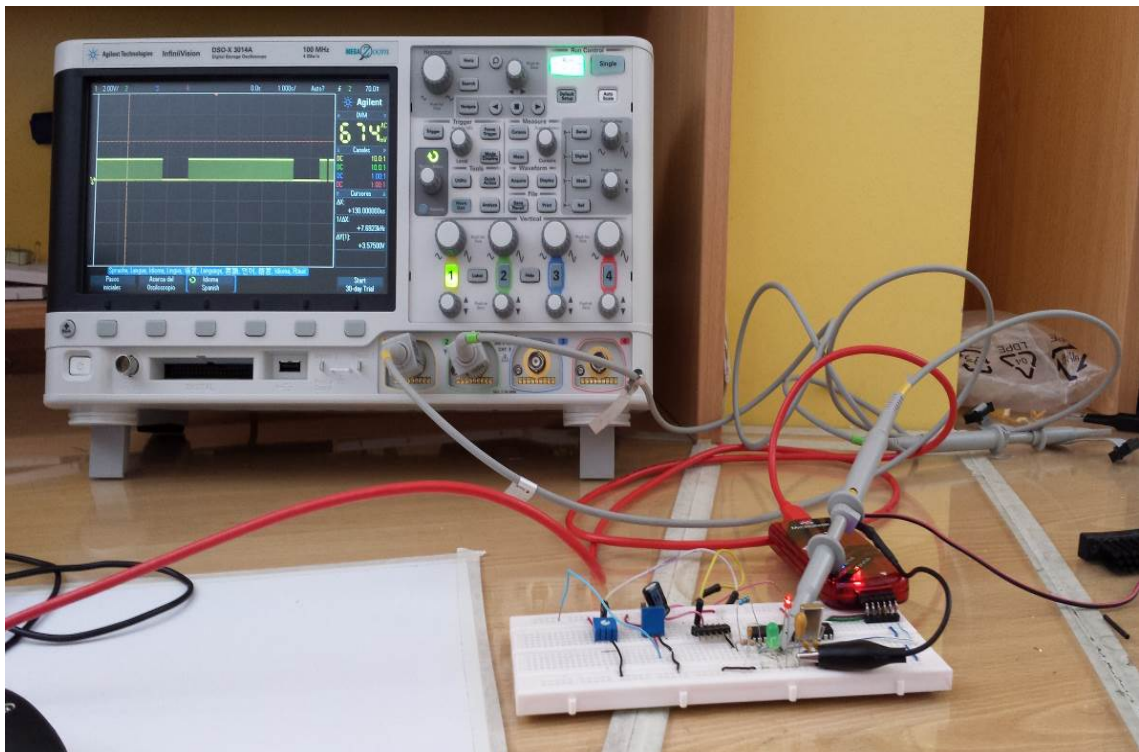
Figura 1-17. Osciloscopio Agilent DS0-X 3014A

Osciloscopio de gama alta, mostrado en la figura 1-17. Entre sus características resaltan las siguientes: es actualizable ya que esta versión viene configurada para 100MHz de ancho de banda. Si en el futuro, por ejemplo, se deseara un mayor ancho de banda debido a que no es suficiente el que tiene, solo se debe comprar una licencia para actualizarlo, lo que constituye una ventaja frente a otros osciloscopios; además, incluye un analizador lógico de 16 canales, generador de señales cuadradas, sinusoidales y triangulares.

Características Técnicas de Osciloscopio

- Osciloscopio Digital de 100MHz.
- De 4 canales.
- Gran pantalla LCD de 8,5 pulgadas Color (WVGA 800x480)
- Velocidad de Muestreo de hasta 4GS/s, 2GS/s por canal.
- Más profundidad de memoria hasta 2M puntos.
- Razón de Actualización de formas de onda, 1.000.000 por segundo.
- Resolución vertical de 8 bits y Horizontal de 2.5ps.
- Encuentra más glitches y eventos infrecuentes.
- Sensibilidad vertical de 2mV/div A 5V/div.
- Auto-Escala para configurar rápidamente el osciloscopio.
- Realizar 33 medidas automáticas: de Voltajes y de Tiempos.

- Incluir FFT (Transformada Rápida de Fourier, transforma el osciloscopio en analizador de espectro) y matemáticas: suma, resta y multiplicación.
- Además de funciona: Integral, diferencial, raíz cuadrada, etc.
- Contar con 3 puertos USB, para impresora, PC y PenDrive.
- Software IntuiLink para PC.
- Memorias internas y externas (en PenDrive medidas, fotos, o configuraciones).
- Menú y ayuda en pantalla en español.



Fuente: Imagen tomada en el puesto de trabajo

Figura 1-18. Osciloscopio en funcionamiento

En la Figura 1-18, se muestra el osciloscopio midiendo una salida de un microcontrolador, con el cual se realiza un proyecto encomendado por la empresa durante el período de pasantía.

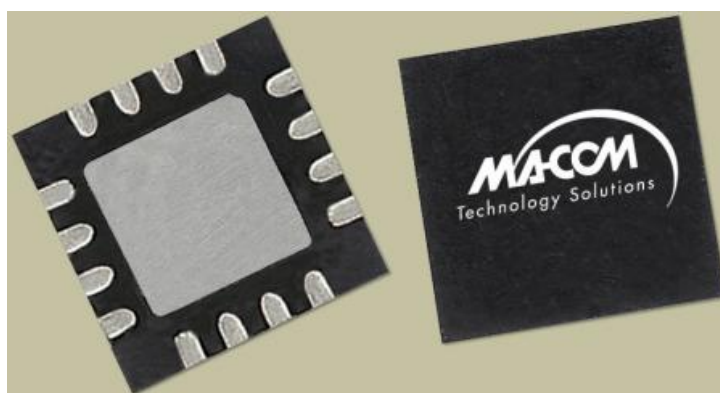
1.3.4. Estación de reballing Zhuo-Mao R6200



Fuente: <http://www.zhuomao.com.cn/cn/disproduct.php?id=61>

Figura 1-19. Estación de reballing ZM R6200

Esta máquina, mostrada en la figura 1-19, tiene como función soldar componentes, los cuales o son muy pequeños o no hay forma de soldarlos con cautín tradicional debido a que no tienen pines visibles ya que se encuentran por debajo del chip. Un ejemplo claro es el chip que se muestra en la figura 1-20, el cual es estrictamente necesario soldarlo con este tipo de máquinas.



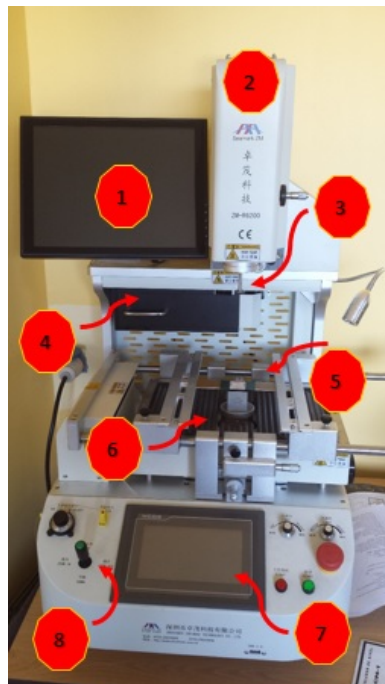
Fuente: http://www.cotsjournalonline.com/files/images/2499/MA-COM-16-lead-PQFN-Copy_medium.jpg

Figura 1-20. Chip PQFN

La ZM-6200 es una estación de reballing semiautomática, es decir, que el soldado de los chip en las PCB es de precisión exacta, ya que gracias a su cámara y monitor HD de 12 pulgadas, permite visualizar la posición en el monitor e ir

ajustando el chip de acuerdo a su posición en la placa. La forma en la que se soldan dichos componentes se debe a los calentadores que posee, uno proveniente del inferior de la máquina y otro por la parte superior, del tipo infrarrojo. Todo esto está controlado por una unidad central que procesa toda esta información, controlando la cantidad de calor que deben emitir estos calentadores. Aun así, es totalmente configurable la forma en la que se distribuye el calor, lo cual se realiza mediante curvas de temperaturas, las que se configuran directamente de su pantalla o bien se puede ingresar curvas ya diseñadas mediante USB. En estas mismas se puede elegir qué calentadores encender y cuáles no, según convenga.

A continuación se detallan cada una de las partes de la ZM-6200 que se mencionaron anteriormente (Figura 1-21)



Fuente: Imagen tomada en el taller de desarrollo de la empresa

Figura 1-21. Estación de reballing ZM R6200 instalada en RIEGEL

1. Monitor HD 12 pulgadas
2. Calentador Infrarrojo
3. Ventosa la cual sujeta los chip (Como ejemplo Figura 1.20)
4. Cámara para posición de chip
5. Sujeción del PCB
6. Calentadores inferiores
7. Pantalla para configuración de parámetros
8. Joystick para posicionar chips en PCB

CAPÍTULO 2: ESTADÍA EN LA EMPRESA RIEGEL

2. ESTADÍA EN LA EMPRESA RIEGEL

En este capítulo, se abordarán variados temas sobre la estadía del alumno en la empresa en el período de pasantía, señalando el puesto de trabajo asignado por la jefatura. Además, se mencionan las diversas actividades realizadas durante la estadía en la pasantía, desde la labor específica asignada al alumno hasta las diversas tareas que ya se realizaban en la empresa y que el alumno debió apoyar.

2.1. ROL DESEMPEÑADO DENTRO DE LA EMPRESA

El alumno fue insertado en el departamento de desarrollo electrónico de la empresa, cuya principal labor era el estudio y diseño de circuitos para construcción de un equipo en específico pedido por la jefatura.

Además, el alumno debe dar apoyo a diversas tareas de servicio técnico que ya se hacen en dicho departamento, como la revisión y configuración de flujómetros antes de la entrega a los clientes, al igual que los sensores que la empresa comercializa. Otra tarea importante es el soldado y puesta en marcha de equipos como el CN1 y el RB100.

2.2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA ESTADÍA

Durante la estadía en la empresa, al alumno se le encargó la creación de un equipo inteligente para medir, mediante un sensor de nivel, la cantidad de un determinado líquido en un recipiente. Luego de obtener esta información debe ser enviada de forma inalámbrica a un circuito receptor, que se encuentra a una distancia considerable. Lo más importante para la construcción de este equipo, es su fuente de alimentación, ya que debe ser energizado a través de energía solar.

Al momento de ingresar a la pasantía, de parte de la jefatura se recibió bastante orientación para el desarrollo del proyecto, explicando en profundidad lo que el equipo a construir debiese integrar. Entre sus partes principales se encuentra la creación de un circuito cargador solar, ya que este aparato al funcionar con energía solar debe contar con una batería para el almacenamiento de esta energía proveniente de paneles solares. El circuito cargador solar, es el encargado de transferir la energía proveniente del panel, hacia la batería. Además, este circuito sirve de protección, ya que la carga la hace de forma controlada, cuidando la batería y aumentando su vida útil.

Para la creación del cargador solar, fue necesario investigar acabadamente cuales eran las mejores opciones, revisando circuitos publicados en la red u

observando el funcionamiento de placas de evaluación que abordaran este tema. Estas placas tienen la particularidad de venir armadas, listas para su funcionamiento y, como su nombre lo indica, sirven de orientación y para evaluar circuitos. Luego de encontrar las mejores opciones para armar esta etapa del proyecto, se utilizó la hoja de datos de cada componente a utilizar, entendiendo cómo opera para posteriormente, realizar su circuito.

Una problemática al momento de realizar el equipo, es la alimentación del sensor que va a medir el nivel de líquido, ya que para un correcto funcionamiento, éste necesita un voltaje superior a 12V y la fuente de alimentación de este aparato es una batería de 3,6V nominal y 4,2V máximos. Por lo tanto, se deberá llevar a cabo la construcción de un elevador de tensión, el cual elevará la tensión proveniente desde la batería hasta un voltaje superior a 12V. En secciones posteriores, se indica cómo se basó la construcción de esta parte del equipo a realizar durante la estadía.

Paralelamente al estudio de los circuitos que deben ser implementados en el proyecto, se debe ir realizando la placa electrónica para su posterior fabricación. Ésta se debe diseñar en un software computacional llamado Eagle, con el cual la empresa trabaja. En primer lugar, se diseña el circuito esquemático para luego pasar al diseño de la PCB, lugar donde irán insertos los componentes electrónicos.

Para lograr que este dispositivo tenga inteligencia suficiente para su funcionamiento autónomo, es necesaria la inclusión de un microcontrolador. Para este caso, se utiliza específicamente el PIC18F26K80, el cual se encargará de mandar diversas instrucciones, como indicar los momentos que debe medir el nivel del estanque o cuándo debe enviar la información de forma inalámbrica hacia el receptor. Esta última acción, se logra gracias a un componente externo, llamado XBEE, el cual se conecta al microcontrolador. Éste último, es un dispositivo programable; para esta ocasión se programa en lenguaje C y es la labor que toma más tiempo en desarrollar, ya que se debe tener bastante conocimiento tanto del funcionamiento del microcontrolador a utilizar como del lenguaje de programación.

Al momento de tener claro el hardware a utilizar en el proyecto, se debió concluir el diseño de la PCB en el programa computacional EAGLE para su posterior fabricación. Al momento de recibir la PCB se debe verificar si se encuentra en buenas condiciones, para luego soldar cada uno de sus componentes.

Al tener la PCB fabricada y ensamblada, es importante destacar que es estrictamente necesario probar cada circuitería por partes. Por ejemplo, en primer lugar, comprobar el funcionamiento del cargador solar por sí solo, de lo contrario el probar todos los bloques de circuitos de una vez, podría provocar que el equipo no funcionara correctamente y que fuese demasiado complicado encontrar el problema, debido a la influencia de muchas variables.

Además de la creación del equipo descrito anteriormente, al alumno se le asignaron labores propias del taller donde se encontraba inserto. Debido a que la empresa comercializa diversos productos de medición como flujómetros, sensores de nivel, válvulas etc. éstos deben ser probados antes de ser entregados a los

respectivos clientes. En primer lugar, se encuentra el flujómetro ARKON modelo MAGX2, descrito en el capítulo anterior. Las principales pruebas para la comprobación de su correcto funcionamiento es energizar el transmisor, el cual se visualiza en la figura 2.1. Éste puede ser alimentado con 24VDC, 12VDC o entre 90 a 250VAC, esto dependerá de lo que el cliente requiera. Posteriormente se debe verificar si su pantalla de color azul enciende correctamente; luego es necesario ajustar la hora y fecha para una correcta medición; lo siguiente es asegurar que el idioma se encuentre en español, de no ser así, se debe configurar. Otro punto muy importante al momento de revisar este tipo de productos es la inclusión de pequeños módulos, los cuales van insertos dentro del transmisor. Estos módulos le permiten al equipo agregar más funciones, como, por ejemplo, el RS485, esta característica permitirá al flujómetro entregar sus datos mediante un protocolo de comunicación a través de interfaz RS485, dando la posibilidad de conectar el transmisor a un PLC. Los módulos a instalar en el transmisor van en estrecha relación a los requerimientos del cliente. Existen diversos módulos, los cuales se muestran en la figura 2.1.



Fuente:

http://arkon.co.uk/pdf/electromagnetic_flowmeters/MAGX2/Manuals/SPA/User_Guide/MAGX2_User_Guide_SPA.pdf

Figura 2-1. Transmisor flujómetro ARKON MAGX2

Otra importante labor durante la estadía en la empresa, es la comprobación del correcto funcionamiento de los sensores de nivel que la empresa comercializa. Estos, antes de ser destinados a sus clientes, deben pasar por una prueba bastante breve pero eficaz. Estos sensores son del tipo hidrostático, como los mostrados en

la figura 2.2. Dichos sensores poseen una salida analógica de 4-20mA, por lo tanto, a medida que aumenta el líquido del estanque donde está instalado, la presión que ejerce el líquido aumenta, por lo cual el sensor interpreta el incremento de presión aumentando la salida analógica desde los 4mA hasta un máximo de 20mA.



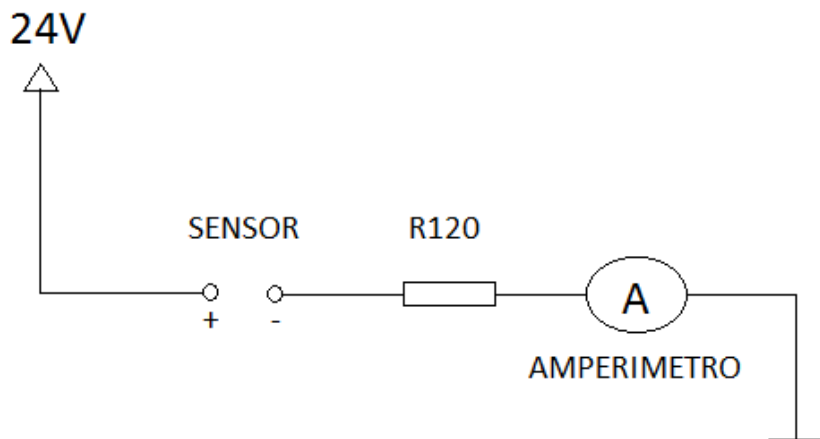
Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-m/sensores-profundidad-nivel-hidrostatico-finos-7233-2695827.jpg

Figura2-2. Ejemplo de sensores hidrostáticos

Cualquier medida fuera del rango de los 4-20mA, indica que el sensor se encuentra en mal estado, por lo tanto, antes de entregar este tipo de sensores, deben ser probados mediante un circuito de prueba, el cual está indicado en la figura 2.3. El circuito consta de una fuente de 24VDC, una resistencia de 120 [ohm] y un amperímetro. El principal funcionamiento de este circuito es conectar el sensor donde está indicado teniendo cuidado con la polaridad de éste. El sensor, como funcionamiento principal, obliga a circular una corriente determinada a través de la malla, dependiendo de la cantidad de presión a la cual se le está sometiendo. Para pruebas de funcionamiento, no es necesario sumergirlo en líquido, sino que solamente debe ser conectado y dejado en un lugar seguro. En primer lugar, se verifica si marca 4mA o alrededor; esta cantidad de corriente se debe a que el sensor no está sometido a ningún tipo de presión, por lo tanto entrega el mínimo de corriente. En segundo lugar, se procede a soplar su parte más extrema, simulando que se le está sometiendo a una presión. En consecuencia, éste debe forzar a circular una corriente mayor a 4mA, lo cual se verifica observando lo que arroja el amperímetro por su pantalla.

La resistencia que se visualiza en la figura 2.3, cumple la función de proteger el circuito en caso de que el sensor se encuentre en mal estado y se conecte a la malla. La resistencia evita que se provoque un corto circuito.

Si estas pruebas son superadas satisfactoriamente, el sensor está listo para ser entregado.



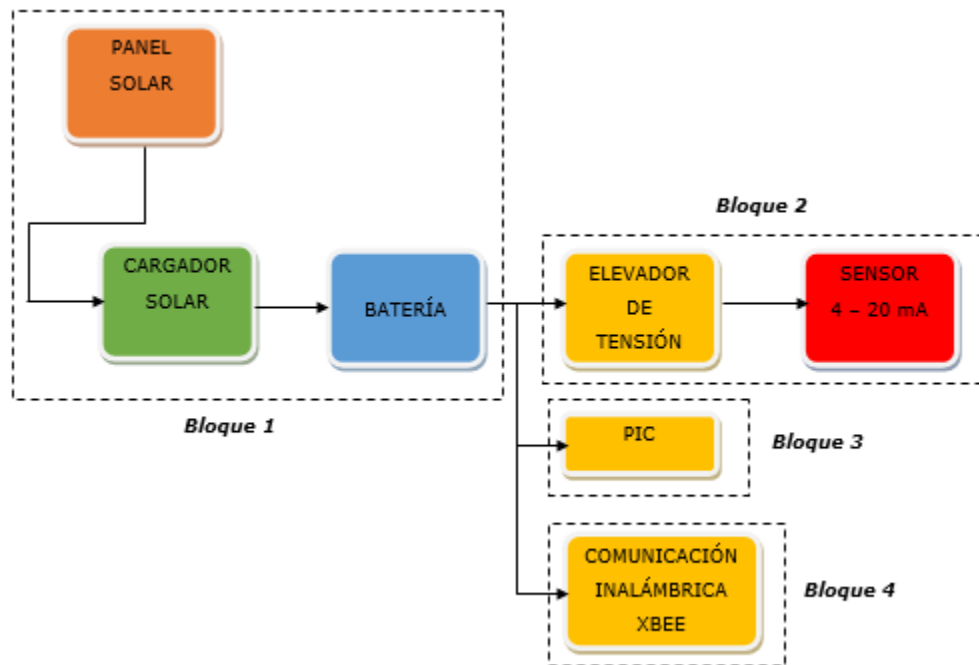
Fuente: Circuito dibujado con herramienta de Microsoft Office

Figura 2-3. Circuito de prueba para sensores de nivel

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa cuenta con dos productos comerciales de fabricación propia, estos son el controlador CN1 y el equipo de telemetría RB100. Éstos son ensamblados netamente por el departamento de desarrollo de la empresa, por ende el alumno durante la pasantía debió prestar apoyo en estas labores, soldando cada uno de sus componentes y, además, comprobando su correcto funcionamiento, lo cual se logra, energizando el producto final y verificando si los voltajes esperados en determinadas zonas son correctos.

2.3. DISEÑO DEL CONTROLADOR DE NIVEL DE LÍQUIDOS CON ALIMENTACIÓN SOLAR

Como se mencionó anteriormente, al momento de ingresar a la pasantía en la empresa RIEGEL, al alumno se le encargó como tarea principal la realización de un nuevo controlador. Dicho equipo debe contar con diversos bloques con funciones distintas cada uno de ellos. En la figura 2-4, se visualiza un diagrama de bloques del circuito a realizar. Su funcionamiento será descrito en la sección posterior, donde es necesario entrar en más detalle para mayor claridad al momento de describir cada uno de los bloques que componen el proyecto a realizar.



Fuente: Elaboración propia mediante herramienta de Microsoft Word

Figura 2-4. Diagrama del proyecto principal

El controlador a realizar debe medir el nivel de un determinado líquido apositoado en un estanque. Al mismo tiempo, todo el circuito debe funcionar de forma autónoma, lo que significa que debe incluir una fuente de alimentación propia, por lo cual dicho aparato constará de una batería. A medida que el controlador entre en función esta batería se irá descargando, por lo que la solución a esta problemática es insertar un panel fotovoltaico que cumplirá la función de cargar esta batería durante los períodos de luz solar para así, garantizar que en los períodos como la noche, tenga energía suficiente para funcionar con normalidad. La forma en que la batería se cargará a través del panel solar será mediante un circuito cargador solar, el cual se explicará más adelante.

La forma en que este equipo funcionará será mediante un microcontrolador PIC, el cual llevará el control de las funciones a través de un programa desarrollado en la pasantía. La cantidad de líquido será medida por un sensor de nivel de 4-20 mA, la señal que entrega este sensor será procesada por el PIC, el cual convertirá la señal de corriente a una interpretación del nivel de llenado del estanque. La batería a utilizar en este dispositivo será de Li-Ion, comúnmente encontrada en los celulares de hoy en día. Estas baterías entregan un voltaje de 3,6VDC, tensión suficiente para alimentar al microcontrolador. Sin embargo, los sensores de nivel de 4-20mA necesitan como voltaje mínimo de 12VDC para su correcto funcionamiento, por lo tanto, un desafío importante es la creación de un circuito elevador de tensión, capaz de aumentar el voltaje proveniente de la batería hasta una tensión óptima para el funcionamiento del sensor.

Por último, el controlador, cuando tenga interpretados los datos del nivel del estanque, deberá enviar esta información hacia un equipo receptor, notificándole cómo se encuentra el nivel de dicho estanque, cuestión que se llevará a cabo mediante comunicación inalámbrica a través de un dispositivo llamado XBEE conectado con el microcontrolador PIC. Éste último será el que le informe cuándo debe transmitir los datos.

2.3.1. Bloque 1: Cargador solar

Al momento de diseñar el cargador solar se investigaron varias alternativas, buscando, en primer lugar, la teoría del funcionamiento de estos aparatos. Luego, en base a circuitos disponibles en la red, se fue formando idea de cómo hacer uno propio. Al momento de encontrar estos circuitos, se hace referencia a diversas placas de evaluación de cargadores solares, teniendo distintas formas de funcionamiento para cada una de ellas.

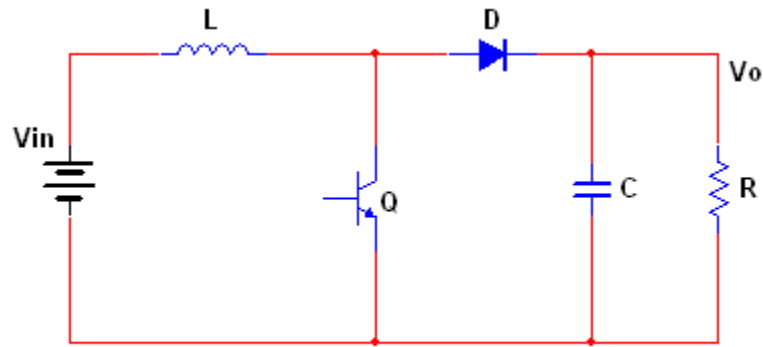
Al momento de tener un estudio acabado de cómo implementar un cargador solar para el proyecto, aparecen dos circuitos integrados bastante interesantes y que posteriormente se incluirán en la placa a diseñar. Cabe destacar que fue de vital importancia la utilización de la hoja de datos de cada uno de los chips, ya que éstos contienen la información precisa sobre su funcionamiento y, además, el circuito recomendado para su implementación. Estos dispositivos son: SPV1040 y el L6924D, los cuales se describen a continuación.

2.3.1.1. SPV1040

El SPV1040 es un convertidor del tipo boost DC-DC de alta eficiencia, de bajo consumo y bajo voltaje de alimentación. Este es el encargado de aumentar el voltaje del panel solar cuando la tensión entregada por el mismo es muy baja.

Este integrado posee un convertidor boost PWM de frecuencia fija de 100kHz, capaz de maximizar la energía obtenida por un panel solar insertado en su entrada.

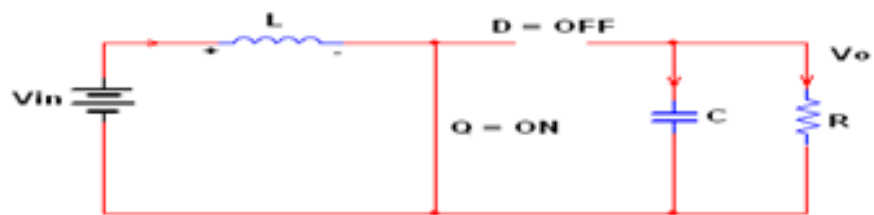
La principal función de un convertidor topología boost, es elevar la tensión de entrada logrando una tensión superior a la salida. En la figura 2-5 se visualiza el circuito electrónico de un convertidor boost con un transistor como componente conmutador, el cual cumple la función de cambiar de estado a este circuito y siendo vital para este tipo de convertidores.



Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r70641.DOC>

Figura 2-5. Circuito convertidor DC-DC topología boost

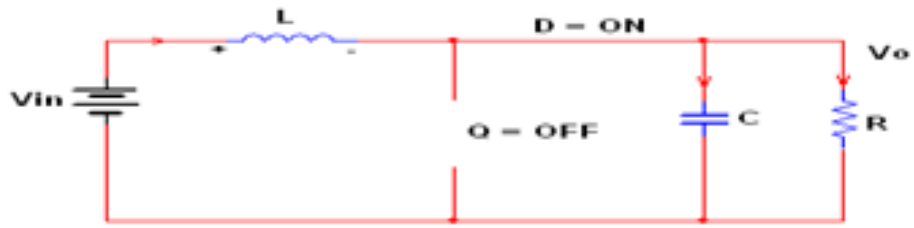
Este circuito consta de dos estados, uno es el estado de encendido que se muestra en la figura 2-6



Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r70641.DOC>

Figura 2-6. Estado de encendido, cuando Q=ON

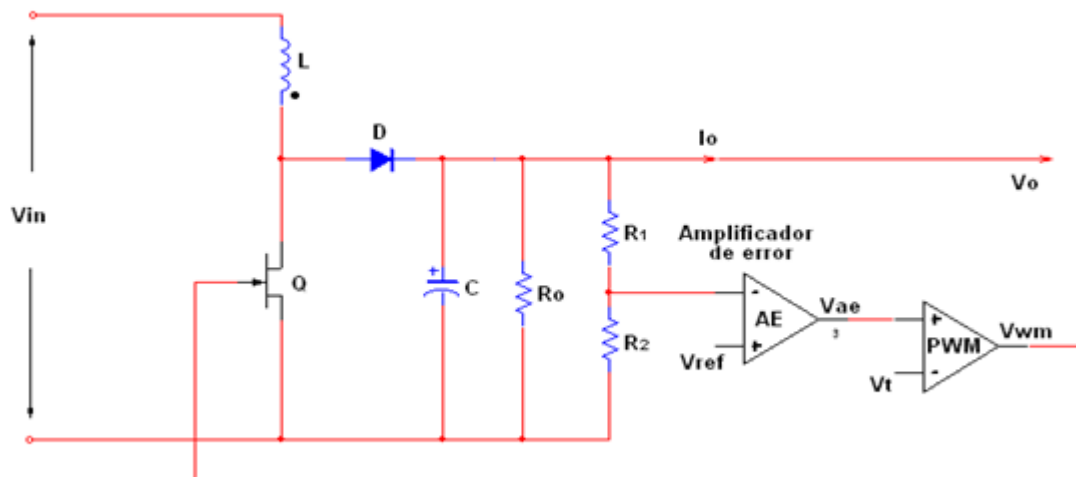
En este estado hay que considerar que el transistor está encendido y el diodo se encuentra en circuito abierto, por lo que en el instante del estado de encendido, la corriente de salida es suministrada por el capacitor C que se ve en el la figura 2-6. Por su parte, la bobina L se carga de energía. Para el estado de apagado, mostrado en la figura 2-7, el transistor Q se encuentra abierto y, por su parte, el diodo D esta polarizado directamente, por lo que la bobina L entrega toda su energía al capacitor C.



Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r70641.DOC>

Figura 2-7. Estado de apagado, cuando $Q=OFF$

En la figura 2-8 se muestra un regulador boost con un control PWM. Antes de explicar el funcionamiento del circuito, es necesario entender qué es el PWM. Este concepto hace referencia a la modificación del ancho del pulso de una señal, que en este caso es del tipo cuadrada, a la que se le cambiará el ciclo de trabajo, es decir, aumentará o disminuirá el tiempo en alto de la señal cuadrada.



Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r70641.DOC>

Figura 2-8. Convertidor DC-DC con control PWM

Para entender el funcionamiento de un elevador de tensión hay que tener en consideración algunas fórmulas, las cuales explicarían el por qué se tiene una tensión de salida mayor que la de entrada. Como se indicó anteriormente, cuando Q está encendido por un tiempo T_{on} , D está polarizado directamente, por lo que la corriente aumenta de forma lineal en L hasta llegar a un valor peak determinado por $I_p = V_{in} \cdot (T_{on}/L)$, lo que significa una cantidad de energía almacenada, dado por $E = 0.5 \cdot L \cdot I_p^2$, E en joule, L en henrios e I_p en amperio.

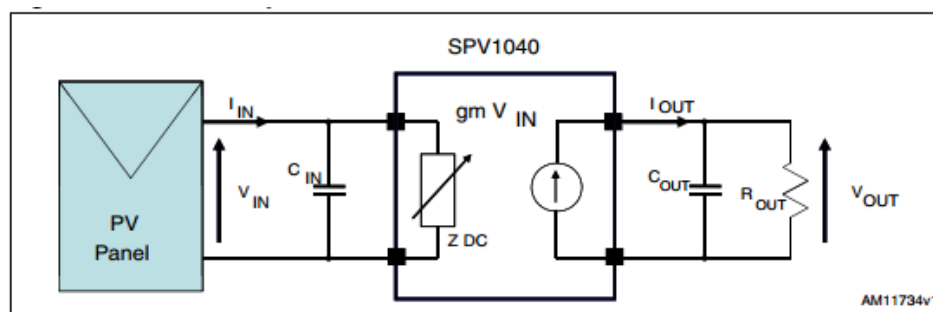
Algo que se debe tener en consideración, es el tamaño del capacitor C que se elija, ya que cuando Q esté encendido, el capacitor deberá ser lo suficientemente grande para poder suplir la corriente a la carga durante T_{on} . Al momento en que Q se apaga, en el inductor la corriente no puede cambiar inmediatamente, la polaridad de L se invierte en un intento por mantener la corriente constante. Como la parte inferior de la bobina L (la que no tiene punto) es positiva con respecto al extremo con punto y, como el extremo con punto está conectado a V_{in} , la bobina L entrega toda su energía acumulada al capacitor C y lo carga mediante el diodo D a un voltaje superior, igual a la suma de V_{CD} y V_L . Esta energía suplirá a la corriente de carga y devolverá al capacitor la carga perdida durante el período en que el transistor Q se encuentra encendido.

Interpretando la figura 2-8, donde un circuito boost es controlado por PWM, para entender su funcionamiento es de suma importancia saber que en un lazo de realimentación negativa el voltaje de salida del circuito depende estrechamente del tiempo de encendido del transistor Q. Por lo tanto, para la figura 2-8, si el voltaje V_o disminuye, disminuye el voltaje a través del divisor de tensión R1 y R2, por lo que el amplificador de error se da cuenta de esto, ya que el voltaje no es el mismo con el que tiene de referencia. Enseguida manda una señal al PWM para que cambie su ciclo de trabajo, provocando que el tiempo T_{on} hacia el transistor Q aumente, lo que conlleva a que se ajuste nuevamente el V_o al correcto.

Volviendo a las características del circuito integrado, cabe destacar que gracias a un algoritmo llamado MPPT que viene integrado en el chip se logra la maximización de energía proveniente del panel solar mediante un seguimiento de forma continua de su tensión de salida y corriente.

El convertidor garantiza una máxima protección para las aplicaciones en las cuales se utilizará, ya que al ocurrir un alza de voltaje, de corriente o de temperatura, se detiene la conmutación del PWM provocando que el transistor interno encargado del funcionamiento del integrado se apague.

El SPV1040, actúa como un adaptador de impedancia entre el panel solar y la carga de salida. En la figura 2-9 se muestra cómo es esto.



Fuente: http://www.st.com/st-web-ui/static/active/jp/resource/technical/document/application_note/DM00048561.pdf

Figura 2-9. Circuito equivalente para el integrado SPV1040

El algoritmo MPPT configura correctamente un punto de trabajo DC, en el cual garantiza que la impedancia de entrada sea igual a la impedancia de salida ($Z_{in} = Z_m$, suponiendo que Z_m es la impedancia de la fuente). Por lo tanto, la potencia extraída desde la fuente de poder ($P_{in} = V_{in} \cdot I_{in}$) es máxima ($P_m = V_m \cdot I_m$)

2.3.1.2. L6924D

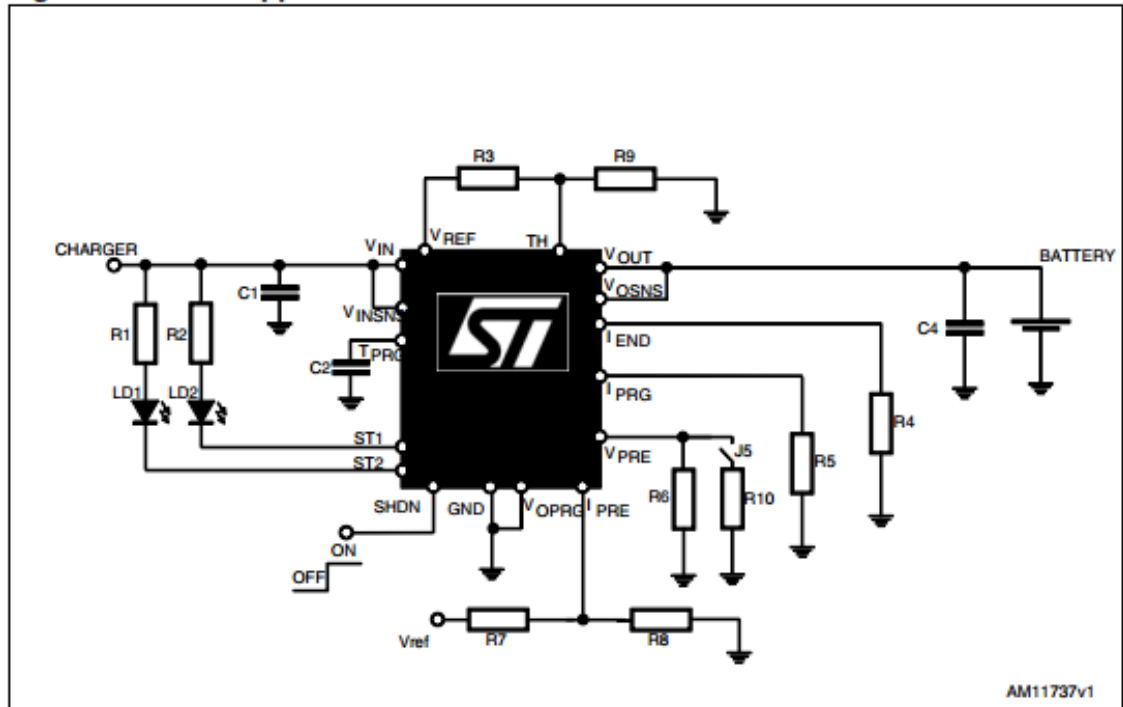
El L6924D es un cargador de baterías del tipo Li-Ion/polymer, comúnmente encontradas en los celulares de hoy en día. Este integrado funciona normalmente como un cargador lineal cuando es alimentado por un voltaje regulado externo, sin embargo, gracias a su muy baja tensión de alimentación permitida (2,5V), el dispositivo puede funcionar en su modo "quasi-pulse" cuando la corriente de alimentación es limitada, lo cual lo hace perfecto para aplicaciones solares.

El circuito integrado carga las baterías mediante tres fases distintas:

- Pre-charge (pre-carga), corriente constante: cuando las baterías están profundamente descargadas, se les aplica una corriente de carga baja, lo contrario provoca serios daños a la batería.
- Fast-charge (carga rápida), el dispositivo carga la batería con la máxima corriente permitida.
- Constant voltage (voltaje constante): cuando el voltaje de la batería está llegando al voltaje seteado, el dispositivo comienza a reducir la corriente, hasta que esté completa la carga

El L6924D permite al usuario la configuración de varios parámetros, tales como el valor de la corriente de pre-carga, el voltaje de umbral para la pre-carga, la corriente de umbral para el fin de la carga y el tiempo de carga. Además, el integrado ofrece dos salidas del tipo colector abierto con el propósito de diagnosticar en qué estado se encuentra el dispositivo. Estas salidas pueden estar conectadas con LEDs o a un microcontrolador. Por último, el L6924D provee de funciones relacionadas con la batería, como el chequeo para la presencia de batería, monitoreo y protección frente a condiciones termales inseguras.

En la figura 2-10, se muestra un circuito típico para el funcionamiento del L6924D. Los LEDs, LD1 y LD2, son los que indican en qué estado se encuentra el chip. En la figura 2-11, se pueden visualizar los diferentes estados que puede tomar y cómo lo indica cada uno de ellos.



Fuente: <http://www.bdtic.com/Download/ST/AN4050.pdf>

Figura 2-10. Circuito típico para el L6924D

Charge condition	Description	ST1	ST2
Charge in progress	When the device is in pre-charge or fast-charge status	ON	OFF
Charge done	When the charging current goes lower than the I_{ENDTH}	OFF	ON
Stand by mode	When the input voltage goes under $V_{BAT}-50\text{ mV}$	OFF	OFF
Bad battery temperature	When the voltage on the TH pin is out of the programmable window, in accordance with the NTC or PTC thermistor	ON	ON
Battery absent	When the battery pack is removed	ON	ON
Over time	When T_{MAXCH} or $T_{MAXPRECH}$ is expired	ON	ON

Fuente: <http://www.bdtic.com/Download/ST/AN4050.pdf>

Figura 2-11. Diferentes estados del integrado L6924D

2.3.2. Bloque 2: Elevador de tensión y sensor de 4-20 mA

Al momento de describir el siguiente bloque hay que destacar que es vital explicar, en primer lugar, lo que es un lazo de corriente de 4-20mA y ,posteriormente, lo que es el elevador de tensión, ya que esta última, deriva de una característica del sensor.

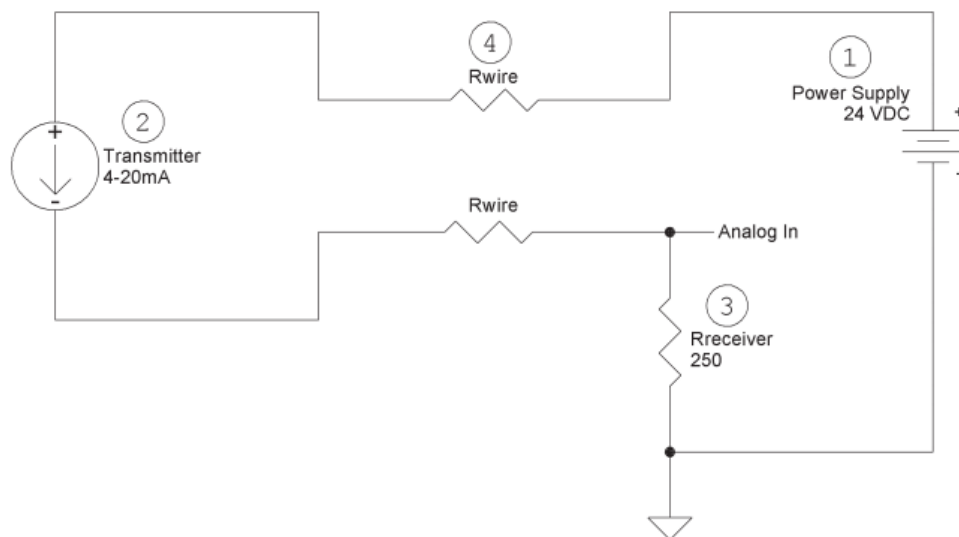
En la antigüedad, los sistemas de control eran del tipo neumático, por lo que controladores PID, sensores de temperatura y actuadores eran accionados por aire comprimido. El estándar era de tres a quince libras por pulgada cuadrada, tres psi para representar un 0 y 15 psi para representar un 1.

Para el año 1950, debutan los controles eléctricos, electrónicos, introduciendo el nuevo indicador de corriente 4-20mA (conocido también por loop de corriente 4-20mA), emulando la señal neumática de 3-15 psi. Rápidamente se transformó en el método preferido, ya que su fácil instalación lo hacía una característica muy atractiva.

El loop de corriente de 4-20mA, es un estándar de señalización muy robusto, ideal para la transmisión de datos debido a su baja sensibilidad al ruido eléctrico, lo que quiere decir que en ambientes eléctricamente contaminados no tiene problemas para funcionar. El loop de corriente circula a través de todos los componentes del sensor, manteniendo la misma corriente incluso si los cables por donde fluye se encuentran en malas condiciones. En todos los componentes se provoca una caída de tensión debido a la corriente que fluye por ellos, pero la corriente de loop no se ve afectada por estos voltajes, siempre y cuando la fuente de alimentación sea mayor a la suma de estas caídas de tensión.

En la figura 2-12 se muestra un circuito loop de corriente de 4-20mA, indicando sus respectivos componentes:

1. Fuente de alimentación DC.
2. Trasmisor de 2 hilos.
3. Una resistencia, la cual convierte la señal de corriente en voltaje.
4. Cable que conecta todo lo anterior.



Fuente: http://www.bapihvac.com/CatalogPDFs/I_App_Notes/Understanding_Current_Loops.pdf

Figura 2-12. Circuito loop de corriente de 4-20mA

Los símbolos R_{wire} que aparecen en la figura 2-12 representan la resistencia de los cables.

2.3.2.1. Componentes de un circuito loop de corriente 4-20mA

- **Fuente de alimentación**

Para transmisores de 2 hilos siempre se deben usar fuentes de alimentación de corriente continua, debido a que el cambio en el flujo de la corriente representa el parámetro que se está midiendo. En el caso de tener una fuente de alimentación alterna, la corriente cambiaría todo el tiempo, lo que significa que el cambio del flujo de corriente proveniente del transmisor sería imposible de distinguir del cambio del flujo de corriente causado por la fuente de alimentación alterna.

Las fuentes de alimentación más comunes para transmisores de 2 hilos con loop de corriente 4-20mA son de 36VDC, 24VDC, 15VDC y 12VDC.

- **Transmisor**

El transmisor es el corazón del sistema de señalización de 4-20mA, éste convierte una señal analógica como la temperatura, humedad o presión en una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es una corriente proporcional a la temperatura, humedad o presión que se está midiendo. En un lazo de corriente de 4-20mA, los 4 mA, representan el extremo inferior del rango de medición y, por otra parte, 20mA representa el extremo superior de la medición.

- **Resistencia receptora**

Es mucho más sencillo medir voltaje que medir una corriente. Debido a esto, muchos circuitos de lazo de corriente (como el indicado en la figura 2-12) utilizan una resistencia receptora (Receiver) para traducir la corriente en tensión. En la figura 2-12, Rreceiver es una resistencia de precisión de 250Ω. La corriente que fluye a través de este resistor produce un voltaje fácil de medir mediante una entrada analógica de un controlador, como, por ejemplo, un microcontrolador PIC, el cual solo mide voltaje por sus entradas. Para la resistencia de 250Ω, el voltaje será de 1VDC cuando circulen 4mA por el lazo de corriente y 5VDC para cuando circulen 20mA. La resistencia comúnmente utilizada es de 250Ω pero ésta puede variar dependiendo la aplicación.

- **Cable de conexión**

El envío de corriente a través de un cable produce una caída de tensión proporcional a la longitud y espesor del cable. Todo cable tiene su resistencia correspondiente y comúnmente se expresa en ohmios por 1000 pies. La caída de tensión puede ser calculada mediante ley de ohm:

$$E = I * R$$

E = Voltaje a través del resistor en Volts.

I = Corriente que fluye a través del conductor en amperios.

R = Resistencia del conductor en ohmios.

Dado que se aclaró el funcionamiento de los sensores con lazo de corriente 4-20mA, es momento de seguir la descripción que busca este apartado.

2.3.3. Bloque 3: Microcontrolador PIC

La decisión de utilizar un microcontrolador PIC en el proyecto se fundamenta en que en la empresa se trabaja con estos circuitos integrados hace bastante tiempo y existe bastante conocimiento de la familia PIC. Lo diferente para este proyecto, es que se necesita que todo lo utilizado sea de bajo consumo. Esto debe ser así, ya que será alimentado por una batería, la cual se puede descargar más rápidamente en caso de utilizar componentes que pidan grandes cantidades de corriente.

Los microcontroladores PIC poseen una línea específica para aplicaciones de bajo consumo, ésta es llamada XLP (eXtreme Low Power). En primer lugar, es vital explicar cuál es el rol que desarrolla el microcontrolador dentro del proyecto a realizar. Este dispositivo será la unidad central del equipo; se encargará de procesar señales como la proveniente del sensor, para luego indicar cómo se encuentra el nivel de un estanque de líquido. Por otro lado, será el encargado de generar la comunicación inalámbrica, es decir, deberá mandar la orden para que el transmisor inalámbrico, llamado XBEE, se encienda y envíe mediante radiofrecuencia, la información necesaria hacia un receptor que se encontrará a una distancia considerable. Este equipo deberá estar todo el día en funcionamiento, para ello es imprescindible que su consumo sea el más bajo posible, para así no descargar completamente la batería. Para esto se utilizará una de las características de los microcontroladores, la cual es su capacidad para entrar a un estado donde apaga su procesador y sus distintos periféricos. Dicho estado es llamado sleep y el consumo de corriente es el mínimo.

La idea principal de funcionamiento para este chip es su operación en dos estados diferentes, el primero consiste en permanecer en modo sleep esperando una cierta cantidad de tiempo. Luego, al entrar en un segundo estado, deberá salir de su estado inicial haciendo funcionar nuevamente su procesador y periféricos, para luego recoger los datos del sensor y enviarlos al receptor.

En la figura 2-13 se muestra una tabla en donde Microchip explica cuáles son los consumos del PIC dependiendo del estado en el que se encuentra. La primera columna de la tabla indica el modo de operación del PIC, el cual, para esta ocasión, solo interesa el primero, este es, el estado sleep. En la siguiente columna muestra los consumos de la familia XLP, la cual consume menos de 20nA mientras se encuentra en este estado. Por último, en la tercera columna compara la familia XLP con la competencia de dicha familia, lo cuales llegan a un consumo de entre 100 a 350nA, siendo al menos cinco veces mayor el consumo con respecto a la familia XLP, una característica muy útil para este proyecto.

Mode of Operation	Best nanoWatt XLP™ Specifications	Competing MCU Specifications
Sleep	down to 20nA	100-350nA
Watchdog Timer	down to 350nA	800-1000nA
Real Time Clock/Calendar	down to 490nA	1000-1500nA

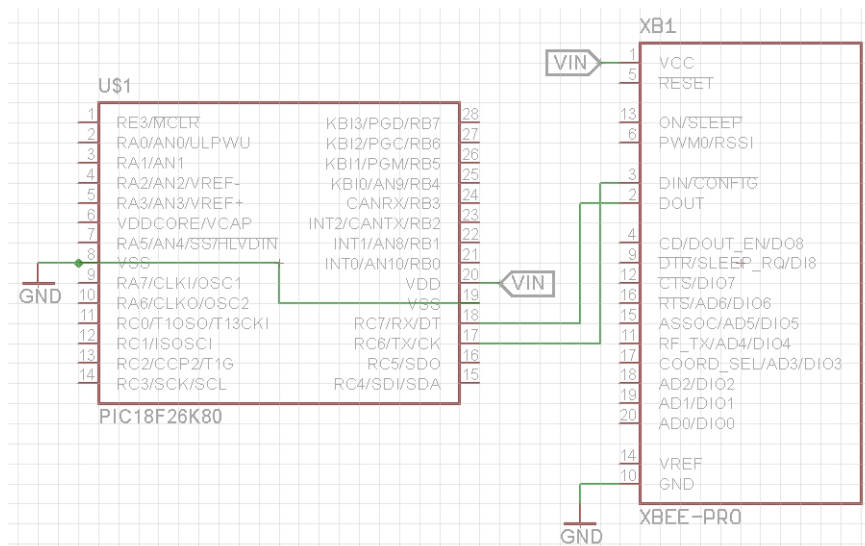
Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Future%20XLP%20Article.pdf>

Figura 2-13. Consumos del PIC en diferentes estados

2.3.4. Bloque 4: Comunicación inalámbrica

Para tener una comunicación del tipo inalámbrica, es necesario usar un dispositivo llamado XBEE, el cual ayuda bastante en las labores de comunicación, ya que es un aparato ya construido y funcional; únicamente se debe programar para su funcionamiento. Al igual que el XBEE, el microcontrolador PIC debe ser programado y entre sus instrucciones, éste será quien ordenará al dispositivo XBEE que debe transmitir su información de forma inalámbrica.

Para poder llevar a cabo la conexión entre el PIC y el XBEE, es necesario tener una comunicación serial, ésta debe ser una característica del microcontrolador a elegir cuando se hace un proyecto. En la figura 2-14 se puede apreciar una conexión típica entre un microcontrolador (PIC18F26K80) con un dispositivo XBEE.



Fuente: Elaboración propia, circuito esquemático realizado en Eagle

Figura 2-14. Conexión típica entre microcontrolador PIC y XBEE

La comunicación serial es, en pocas palabras, la interacción entre una unidad central y un periférico, en donde la información es transmitida bit a bit, enviando un bit a la vez. Hay dos tipos de comunicación serial que son muy utilizados, una de ellas es la Half-Duplex, en la cual los dos dispositivos se transforman en transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no de manera simultánea. En cambio, en el otro tipo de comunicación serie, la cual lleva por nombre Full-Dúplex, los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente.

En la figura 2-15 se muestra un dispositivo XBEE que funciona con un protocolo de comunicación llamado Zigbee basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Las comunicaciones se hacen mediante una banda libre de 2.4GHz; este protocolo realiza la comunicación a través de una frecuencia única, es decir, de un canal que, normalmente, puede ser escogido entre 16 canales disponibles. El alcance en la comunicación dependerá de la potencia de transmisión del dispositivo, al igual que del tipo de antena a utilizar (éstas pueden ser cerámicas, dipolo, etc.). El alcance normal de una antena dipolo es de 100mts en exteriores y 30mts para interiores. La máxima velocidad de transmisión de datos para una red Zigbee tiene como límite 256kbps. Este tipo de redes pueden contar, en teoría, con hasta 65535 equipos, lo que quiere decir que el protocolo está preparado para controlar en la misma red esa cantidad enorme de dispositivos.



Fuente: <http://www.alpha-crucis.com/1822-2274-thickbox/xbee-pro-50mw-rpsma-series-2-zb.jpg>

Figura 2-15. Dispositivo XBEE PRO S2B

Entre las características que destacan de este dispositivo son:

- Bajo costo.
- Bajo consumo.
- Uso de bandas de radio libre, por lo que no requiere licencias para ser utilizado.
- Instalación sencilla.

- Redes flexibles y extensibles.

Los dispositivos XBEE pueden ser configurados de 3 formas distintas. Estas configuraciones son las que constituyen una red Zigbee: un único dispositivo coordinador, dispositivos routers y dispositivos finales (end points).

2.3.4.1. Coordinador

Al estar configurado como coordinador un XBEE, tiene como única función dentro de la red establecer el canal de comunicaciones y el PAN ID (identificador de la red) para toda la red. Al momento de establecer estos parámetros, la red está formada pudiendo unirse dispositivos Routers y End Points.

2.3.4.2. Routers

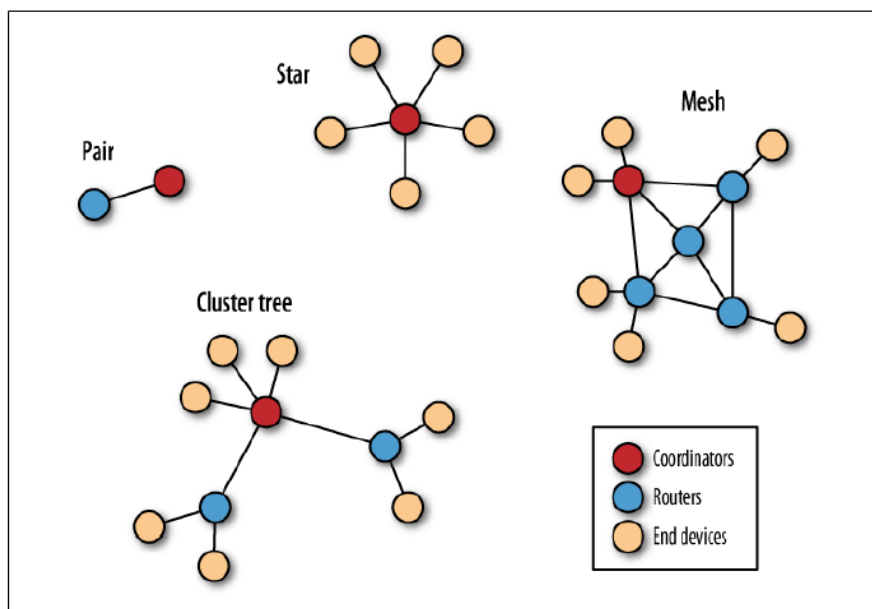
Este dispositivo crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para transmitir un paquete de información. Antes de esto, el Router debe unirse a la red Zigbee para poder actuar como Router retransmitiendo paquetes de otros Router o End points.

2.3.4.3. End Device

Cuando un XBEE está configurado como End Device, normalmente es debido a que el equipo que contiene a este dispositivo está alimentado con baterías, ya que esta configuración tiene como característica un menor consumo puesto que no cumple funciones de enrutamiento de paquetes, es decir, a diferencia de un Coordinador o un Router, no puede enviar la información a otro dispositivo de este tipo. Siempre interactúa directamente con su nodo padre, ya sea Coordinador o Router.

2.3.4.4. Topología de redes

En el basketball, una vez que los jugadores están seleccionados, éstos deben juntarse como equipo; para las redes Zigbee ocurre lo mismo. Los XBEE se pueden conectar entre sí de diferentes formas o topologías dando una estructura a la red. Cada topología indica cómo están conectados entre sí los dispositivos a utilizar. Por supuesto que la disposición física puede ser diferente. Existen cuatro topologías Zigbee, las cuales se visualizan en la figura 2.16.



Fuente: FALUDI, Robert. 2010

Figura 2-16. Topología de redes Zigbee

Las cuatro topologías son descritas a continuación:

Pair (Par): Es el tipo de red más simple que existe, consta de dos dispositivos XBEE. Esta topología debe contar con un coordinador, el cual conforma la red. El otro dispositivo puede ser un Router o un end device.

Star (Estrella): Esta red también es bastante simple. Un coordinador central se conecta a un círculo de end device. Cada mensaje proveniente de un end Device llega directamente al coordinador. Los end device no tienen la capacidad para comunicarse entre sí.

Mesh: La configuración Mesh agrega dispositivos Router en adición al coordinador. Estos dispositivos pueden traspasar mensajes provenientes de end device a otro Router con la finalidad de que el mensaje llegue a destino (dispositivo coordinador). Este tipo de red es útil al momento de cubrir grandes distancias de comunicación. Teniendo el dispositivo end device a una distancia muy alejada del coordinador, los dispositivos Router se insertan entre estos dos dispositivos logrando que el mensaje viaje desde el end device saltando entre los Routers que sean necesarios, para luego llegar al coordinador.

El coordinador actúa para armar la red y también puede enrutar los mensajes. Los end device pueden ser unidos a cualquier Router o coordinador, los cuales pueden generar y recibir información, pero necesitan de su coordinador para comunicarse con otros nodos.

Cluster tree: En esta topología los dispositivos Router son la base para el funcionamiento, ya que los end Device se agrupan alrededor de ellos. No difiere mucho de la configuración mesh.

**CAPITULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA EN LA
EMPRESA**

3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA

En esta sección se detalla cómo el alumno aprovechó su permanencia en la empresa durante el período de pasantía, mencionando los conocimientos adquiridos en la Universidad que fueron de ayuda y cuáles fueron adquiridos por cuenta propia. A continuación se describe en detalle dichos aspectos.

3.1. CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA UNIVERSIDAD USADOS POR EL ALUMNO

Al momento de ingresar a la empresa, al alumno se le encomendó la tarea de realizar un controlador ya descrito en capítulos anteriores. Este controlador debe poseer una inteligencia para procesar datos, para lo cual se utilizó un microcontrolador PIC, cuestión que fue estudiada en la Universidad, específicamente en la asignatura microcontroladores, donde se vieron temas como la estructura interna de un PIC. Esto fue abarcado mediante la hoja de datos del dispositivo, documento al que se hizo bastante énfasis durante la asignatura. Esto fue de gran ayuda, pese a que en el proyecto realizado en la estadía de pasantía no se utilizó el mismo PIC, ni el mismo lenguaje de programación. La Universidad entregó todas las herramientas para que el alumno leyera la hoja de datos y obtuviera las características más importantes del dispositivo para su posterior uso. Asimismo con el lenguaje de programación; en la Universidad se estudió el lenguaje ASSEMBLER y para este equipo se debía implementar el lenguaje de programación C. Son bastante distintos, pero el hecho de poseer conocimientos de ASSEMBLER fue vital para el entendimiento de este nuevo lenguaje.

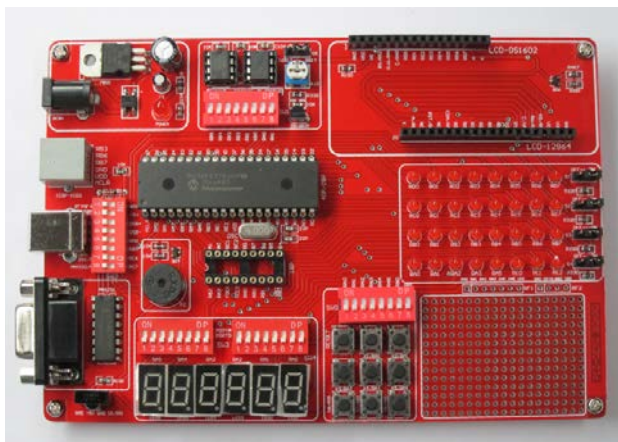
Otro punto a destacar por el alumno que facilitó el desarrollo del controlador pedido por la empresa, fue la constante realización de proyectos durante la estadía en la Universidad, sobresaliendo asignaturas como Electrónica no Lineal, en la cual el alumno tuvo que realizar un generador de escalera desde cero; la asignatura Electrónica Lineal, en la que se realizó un pre amplificador y amplificador señal, totalmente aplicable para señales de audio; la asignatura Microcontroladores, en la que hubo que realizar un proyecto libre, por lo que el alumno llevó a cabo una cerradura electrónica; y, por último, la asignatura Control de Procesos, la que tuvo como nota un proyecto final también de elección libre bajo la condición de aplicar algún tipo de control. Se escogió como proyecto el control de velocidad de un motor DC con control PI. Ahora bien, otro aspecto a destacar y no menor, es que la mayoría de las asignaturas cursadas contaban con clases de laboratorio, en las cuales se debían realizar experiencias donde se ponía a prueba lo aprendido en las clases teóricas. Se aprendió a investigar y a solucionar problemas, como, por ejemplo, en los proyectos de Electrónica no Lineal y Lineal, en las cuales

hubo bastantes problemas con señales ruidosas debido a que las fuentes de alimentación estaban contaminadas. Para solucionar esto se fueron probando diferentes filtros hasta ver una señal limpia en el osciloscopio. Todas estas vivencias prácticas facilitaron en gran medida el desarrollo del proyecto en la empresa debido a que ya se tenía experiencia sobre cómo abarcar un proyecto desde el principio. Por lo tanto, esta práctica fue bastante útil en el período de pasantía, ya que el alumno se encontró con problemas muy similares sobre los que ya se tenía experiencia para poder solucionarlos satisfactoriamente.

3.2. CONOCIMIENTOS QUE EL ALUMNO DEBIÓ ADQUIRIR DURANTE EL PERÍODO DE PASANTÍA

A lo largo de la carrera de Técnico Universitario en Electrónica se adquirieron bastantes conocimientos del área, sin embargo, durante los tres años de estudios no se pueden abarcar todos los temas que involucra la electrónica. Es por esto, que en el período de pasantía se debió proceder a un estudio personal, ya que la complejidad del proyecto encomendado por jefatura era bastante alta. No obstante, un punto muy importante a mencionar, es la importancia de los conocimientos que se recibieron en las aulas, esto porque fue una base para la investigación y estudio personal dentro de la empresa. Así, por ejemplo, al momento de averiguar sobre algún tema nuevo, se veían temas como la ley de Ohm y Kirchhoff o análisis de transistores, las cuales se aprendieron en primer año; otros temas recurrentes fueron los amplificadores de señal, comparadores o los controladores switching, temas que se estudiaron en segundo año de la carrera. Con estas herramientas fue suficiente para que el alumno comenzara a desarrollar sin problemas lo propuesto en la estadía de pasantía.

Uno de los temas en los que hubo que aprender bastante fue en el trabajo con placas de evaluación, las cuales tienen toda la electrónica implementada y solo basta con energizarla para comenzar su utilización. En la figura 3-1 se visualiza una de estas tarjetas, específicamente para el uso de microcontroladores PIC18F4550/PIC18F2550. Ésta cuenta con entrada USB, display 7 segmentos, LEDs, etc. En este caso, como se trata de un PIC, para comenzar a utilizarla se debe programar el microcontrolador en un determinado lenguaje. Una vez creado el programa, el cual debe ser específicamente en lenguaje C por indicaciones de la empresa, se puede acceder libremente a cada uno de sus periféricos instalados como los mencionados anteriormente. La ventaja del uso de estas placas es el ahorro en tiempo al momento de armar la circuitería. Otro aspecto importante es que se minimizan los errores de cableado o de señales ruidosas que puedan interferir con el comportamiento correcto del microcontrolador.



Fuente: <http://www.nbglin.com/demo.htm>

Figura 3-1. Placa de evaluación PIC

Como se mencionó en el capítulo anterior, para la creación del bloque cargador solar fue de bastante ayuda el estudio de diversas placas de evaluación disponibles en la red, las que sirvieron de orientación para la implementación de uno propio. Además de la teoría y los diversos circuitos relacionados con el tema de la energía solar, fueron la base para la posterior implementación en el nuevo controlador pedido por la empresa durante la estadía de pasantía.

Un tema muy importante sobre el equipo a desarrollar es el uso de energía solar para su funcionamiento, tema que en la Universidad no se abarcó en ninguna asignatura de las cursadas, por ende se tuvo que investigar desde cero el tema. Al momento de elegir el sol como fuente de voltaje, hay que tener en cuenta que se necesita una batería para almacenar toda esa energía, debido a que en momentos nublados, si el equipo a conectar está consumiendo corriente y el panel solar por sí solo no es capaz de entregar toda la corriente que se le está pidiendo en ese momento, se estará en graves problemas impidiendo al circuito funcionar. Por lo tanto, con la ayuda de una batería esto se soluciona porque la energía que capta el panel solar es entregada a la batería para así, cargarla y distribuirla a través del circuito. Al momento de añadir la batería se deben tener en cuenta varios aspectos, como el tipo de batería a utilizar, por un tema de estándar. Para este proyecto se decidió utilizar baterías Li-Ion, idénticas a las que poseen los celulares, ya que son comunes, livianas y acumulan bastante energía (mAh). Al tener baterías se debe incluir una electrónica que regule la carga de esta, debido a que ingresar corriente indiscriminadamente cuando la batería este completamente cargada terminará estropeándola. Es por esto que el estudio de diversos circuitos fue de vital importancia, ya que así se encontró la mejor alternativa para controlar este tema: uno de los chips escogidos se encarga de controlar la corriente de carga que ingresa a la batería. Principalmente, el circuito integrado detecta en qué estado está la batería, si está descargada o cargada. Para el caso de la batería descargada, la corriente que proviene del panel solar pasa por este chip y la entrega hacia la batería para cargarla, mientras que en el caso de la batería cargada y el panel

entregando corriente, el chip se da cuenta y suministra una corriente muy mínima hacia la batería, manteniéndola cargada y en un estado seguro donde no se dañará.

Como se explicó más arriba, la batería es quien suministra la energía a los diferentes dispositivos de la placa. Por elementos a utilizar en el proyecto, debieron ser elegidos cuidadosamente debido a que deben operar al voltaje de la batería y su consumo tiene que ser el menor posible para que en momentos donde no se tenga luz solar, como en la noche, no se descargue la batería.

Hay ciertos elementos que son seleccionables durante el desarrollo del equipo, buscando cuál es el más acorde para el caso, como, por ejemplo, el microcontrolador, el cual se escogió de manera especial para este tipo de aplicaciones, ya que es de bajo consumo, ideal para cuando se tiene batería como fuente de alimentación. Como hay elementos seleccionables y otros que no lo son, como por ejemplo el sensor de nivel, debido a que su inclusión es vital y funcionan solo de una forma, este necesita una alimentación superior a los 12 Volts, voltaje que la batería no es capaz de suministrar. Por lo tanto, fue necesario la inclusión de un circuito elevador de tensión, el que se logró que tuviera un voltaje de salida de 16 Volts. Este circuito se vio durante la carrera en el ramo de Electrónica Lineal, pero solamente se trató de forma teórica. No obstante, en base a esta información más lo que se investigó, bastó para realizar uno de estos circuitos por cuenta del alumno en el período de estadía en la empresa.

Todos estos temas que fueron apareciendo a medida que se desarrollaba el proyecto eran desconocidos para el alumno, pero gracias a las herramientas entregadas por la carrera sirvieron para poder sacar adelante lo encomendado por la jefatura.

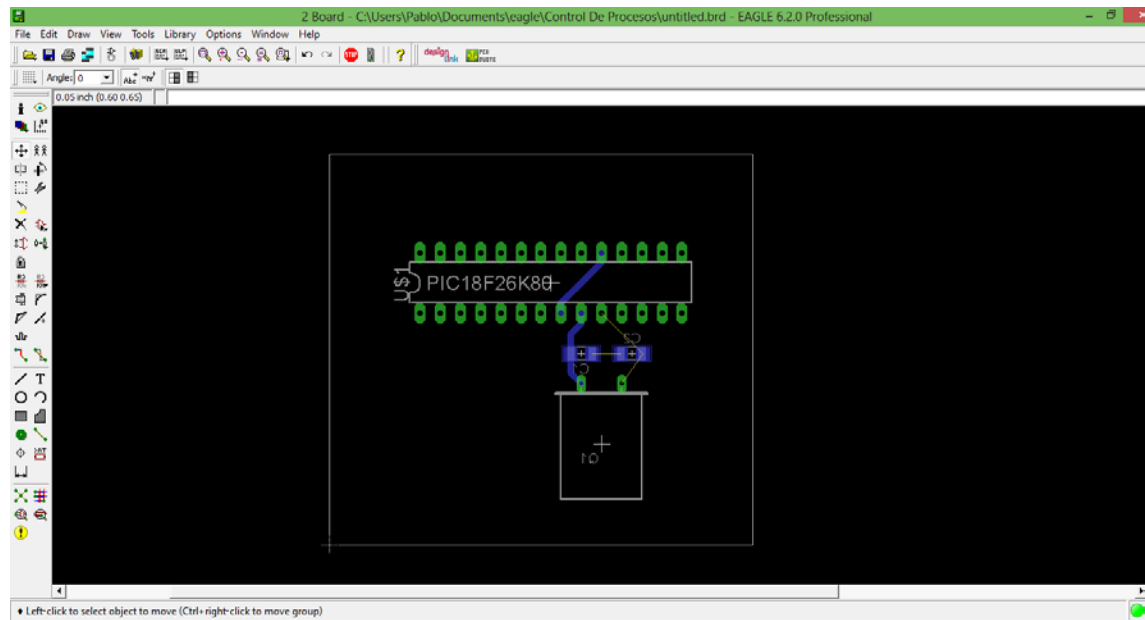
Después del estudio de diversos circuitos relacionados con el proyecto a realizar y teniendo diseños propios, el alumno debió crear su propia PCB, actividad muy habitual dentro de la empresa, específicamente por el departamento de desarrollo, ya que los productos que comercializa la empresa, como el controlador CN1 o el equipo de telemetría RB100, pasan por esta etapa. Estas PCB se diseñan mediante el software EAGLE. En la figura 3.2 se muestra el icono que simboliza dicho software.



Fuente: http://colab.lmc.gatech.edu/wp-content/uploads/2012/04/icon_cadsoft_eagle.png

Figura 3-2. Icono del software EAGLE

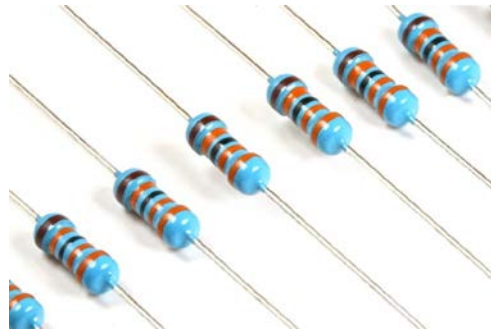
El software era desconocido para el alumno, pese a que durante la estadía en la Universidad se llevó a cabo la construcción de PCB en diversos proyectos, éstas se hicieron en base a otros programas. A diferencia de los vistos en la carrera, EAGLE es un software mucho más sofisticado y profesional, además, cabe destacar que para llevar a cabo el diseño de la PCB en la empresa, hubo que ceñirse a algunas condiciones desconocidas por el alumno, como, por ejemplo, el uso de dos capas para insertar los componentes, es decir, que el cobre conductor está por las dos caras de la placa. Otro requisito importante es el ruteo manual de cada una de las pistas; este ejercicio es simplemente la conexión entre componentes como se muestra en la figura 3-3. Ésta muestra el circuito oscilador para el PIC18F26K80, donde a partir de un circuito esquemático, el cual se debe dibujar en el programa, este automáticamente genera líneas amarillas donde deben ir conectados los componentes entre sí en la PCB. Las líneas azules más gruesas que aparecen pertenecen a las pistas creadas manualmente. Se hace énfasis a esta práctica debido a que, a lo largo de la carrera, al momento de diseñar una PCB, específicamente en el software PROTEUS, se utilizaba una herramienta llamada AutoRoute, la cual asignaba las pistas automáticamente; EAGLE también posee esta herramienta, pero, al momento de utilizar el software y por instrucciones de la empresa, ésta no se debía utilizar y se debía hacer por uno mismo, para así lograr un acabado más profesional.



Fuente: Elaboración propia en software EAGLE

Figura 3-3. Demostración de ruteo manual en software EAGLE

Otro tema desconocido por el alumno al momento de ingresar a la empresa fue el soldado de componentes SMD. Durante la carrera solo se utilizó componentes through hole. En la figura 3-4 se muestra un ejemplo de este tipo de componentes, específicamente resistencias.



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-0C45oydxTcs/UWIZH-MWrYI/AAAAAAAAAHE/Cdz0Pcf361g/s1600/resistencia%2Bthrough%2Bhole.jpg>

Figura 3-4. Resistencia through hole

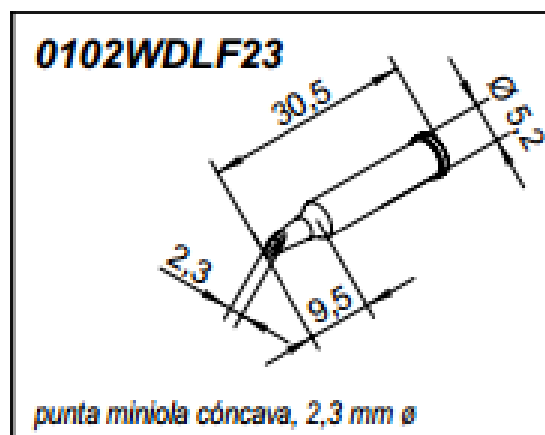
En la figura 3-5 se muestran resistencias pero del tipo SMD, las cuales no se conocían hasta el momento de ingresar a la pasantía.



Fuente: <http://ayudaelectronica.com/wp-content/uploads/2011/04/resistencias-smd.jpg>

Figura 3-5. Resistencias SMD

Como se aprecia en la figura 3-5, las resistencias SMD distan bastante en comparación a las vista durante la estadía en la Universidad. Al momento de soldar este tipo de componentes se ocupan técnicas diferentes para llevar a cabo esta tarea. Una herramienta importante para el soldado de componentes es el cautín; para esto, la empresa tiene a disposición una estación de soldadura, la cual se describió en capítulos anteriores. Esta estación consta de un control de temperatura para el cautín, donde setea la temperatura deseada para soldar y la mantiene sin variaciones. Otra característica importante y que marca la diferencia al momento de soldar con este tipo de equipos, es la punta que posee este cautín, específicamente llamada miniola cóncava, mostrada en la figura 3-6. El tener una punta cóncava ayuda en las labores de soldaje, ya que ésta aloja soldadura en su cavidad y hace bastante cómodo depositar esta soldadura en los componentes respectivos.



Fuente: <http://www.eurekaelectronics.cl/Data/Cautines/Puntas.pdf>

Figura 3-6. Punta de cautín ERSA I-CON2

Uno de los grandes desafíos que tuvo que superar el alumno en materia de soldaje SMD, fue la instalación de un chip en específico en las placas

comercializadas por la empresa, tales como el CN1 y el RB100. Este chip corresponde a un microcontrolador PIC32MX795F512L, el cual es bastante pequeño al igual que sus pines, los cuales son soldados a la PCB. En la figura 3-7 se visualiza un PIC similar pero con las mismas dimensiones al utilizado en las PCB. Éste se encuentra encima de un dedo con la finalidad de ilustrar el tamaño de estos dispositivos.



Fuente: http://farm4.static.flickr.com/3236/2700718177_80ed29f633_m.jpg

Figura 3-7. PIC32MX360F512L sostenido por un dedo

Al momento de ingresar a la pasantía, el hecho de soldar este tipo de componentes se veía demasiado complicado debido al tamaño y al riesgo de una mala postura en la PCB. Sin embargo, a lo largo de la estadía en la empresa, recibiendo consejos y técnicas sobre la postura de aquel chip y gracias a la estación de soldadura I-CON2 ERSA, no se tuvo problemas para el soldaje de aquel chip. Otro elemento que marca la diferencia al soldar, es el uso de un componente líquido que se encuentra a disposición en la empresa, llamado flux y que es mostrado en la figura 3-8. Este líquido es similar a la pasta de soldar pero en versión líquida y logra un mejor acabado en la soldadura, permitiendo un mejor derretimiento del estaño, adhiriéndose únicamente donde se encuentran los pines de lo que se esté soldando en el momento.



Fuente: http://mlv-s2-p.mlstatic.com/flux-liquido-para-soldar-y-desoldar-4266-MLV4905117499_082013-F.jpg

Figura 3-8. Flux líquido para soldar

Por último, uno de los conocimientos más importantes que tuvo que adquirir el alumno de forma personal en la estadía de la pasantía, fue el lenguaje de programación C para la programación de microcontroladores. Pese a que en la Universidad se cursó un ramo de Microcontroladores, solo fue tratado el lenguaje de programación ASSEMBLER, el que sin duda fue de gran ayuda para el aprendizaje del nuevo lenguaje. Cabe destacar que el uso de este lenguaje ayuda bastante para la creación de programas debido a que existen un mayor número de instrucciones de fácil uso y que dan una mayor flexibilidad al momento de crear una función en específica, para que luego el microcontrolador la ejecute.

3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES QUE LA CARRERA ENTREGÓ A TRAVÉS DE SU MALLA CURRICULAR

A lo largo de la estadía en la Universidad se hace bastante énfasis al análisis de circuitos, buscando sus posibles errores o simplemente entendiendo su funcionamiento, cuestión que marca la diferencia al momento del aprendizaje, ya que no se entrega por parte de los profesores las soluciones a los problemas o el cómo operan dichos circuitos, sino que solo se enseña los comportamientos básicos de los componentes electrónicos y uno, como alumno, debe determinar en qué estado se encuentran dichos circuitos. Cabe destacar ramos en específico, como Electrónica no Lineal, donde clase a clase iban apareciendo diferentes circuitos, los cuales el profesor solamente los mostraba dando una pequeña reseña sobre él, quedando a título personal el determinar cómo operaba; el investigar sobre ese circuito era vital para el avance en el ramo, ya que el profesor posteriormente los incluía en las evaluaciones siguientes. Gracias a este método, el alumno se iba haciendo el hábito de estudiar clase a clase, aprendiendo cada vez más cómo analizar los diversos circuitos que aparecían, los cuales no era necesario ver en clases, ya que ahí mismo se aprendían las herramientas básicas para hacerlo por cuenta propia. Otro ramo que ayudó en este aspecto fue el de Microcontroladores, ya que, además de contar con clases teóricas, este ramo poseía clases de laboratorio en donde se presentaban diversas experiencias prácticas que se debían desarrollar clase a clase. Con ayuda de lo teórico y la búsqueda mayoritariamente por internet, el alumno era capaz de resolver estas experiencias sin problema alguno.

Esta capacidad creada al momento de ser estudiante fue de gran ayuda a medida que avanzaba la estadía en la empresa, ya que como el alumno se encontraba insertado en el departamento de desarrollo electrónico, donde estaba en constante búsqueda de circuitos que cumplieran con los requisitos pedidos para el desarrollo del proyecto a realizar, fue de suma importancia el análisis de circuitos enseñado por la Carrera. Al recibir esta destreza desde la Universidad, el alumno está preparado para cualquier desafío propuesto por la jefatura.

3.3. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS DURANTE EL PERÍODO DE PASANTÍA

En la estadía en la empresa una de las destrezas más explotadas fue la del diseño electrónico, esto a causa de la ubicación del alumno pasante. El departamento de desarrollo tiene como requisito la creación de nuevos circuitos en función y a medida de las necesidades del mercado. Pese a que en la Universidad esta destreza fue abarcada, en el período de pasantía tuvo otro enfoque, de carácter práctico, más bien de ensayo y error, ya que, al momento de pensar un circuito, éste se implementaba sin darle mayores vueltas, se comprobaba su funcionamiento y se corregía a medida que aparecían los problemas.

Algo muy importante y que marca la diferencia es que la empresa cuenta con una variedad y cantidad muy grande de componentes, los cuales están a libre disposición, lo que significa que no se debe dejar de intentar una idea porque no están los materiales necesarios o por el hecho de que se vayan a destruir los componentes. Esto da una gran libertad al alumno, ya que, a diferencia de la Universidad, no existe la presión de que se pueda estropear un componente y luego halla que reponerlo. Otro punto muy importante fue la orientación al diseño que se entregaba por parte de la empresa, destacando la ayuda directa del jefe a cargo, creando una confianza personal para inventar soluciones innovadoras.

3.4. TRABAJO EN EQUIPO

Para el alumno este fue uno de los puntos más trascendentales durante la estadía en la empresa, ya que a lo largo del desarrollo del equipo encomendado fueron apareciendo bastantes inconvenientes en el funcionamiento de diversas etapas del proyecto. Para esto fue vital el compartir estas experiencias con los demás compañeros del departamento de desarrollo de la empresa, ya que éstos poseen más experiencia frente a estas situaciones debido a que se encuentran mayor tiempo en las dependencias de la empresa. Así, pues, en conjunto se buscaba una solución más rápida y efectiva.

Durante el transcurso de la carrera, a lo largo de los años, hubo bastante trabajo en equipo, ya que la mayoría de los ramos posee actividades en el laboratorio en las cuales la modalidad de trabajo es con un compañero de puesto, donde se deben tratar diferentes circuitos de forma práctica y en conjunto. Más que tener a un solo compañero de trabajo, se convive con todos los compañeros del laboratorio, ya que si alguien está en problemas, algún compañero presente lo ayuda y le enseña de forma correcta. Otra instancia en la que se potenció el trabajo en equipo durante la carrera, fue en determinadas asignaturas donde a fin de semestre se realiza un proyecto final, el cual se debía abordarse con el compañero

de laboratorio o parejas elegidas al azar para dar más énfasis al trabajo en equipo. Estas actividades, tanto de laboratorios como de proyectos, eran muy cotidianas durante la estadía en la Universidad, las cuales ayudaron bastante para la inserción en el puesto de trabajo y facilitó las labores.

Es importante mencionar que al trabajar con un grupo humano alrededor que tiene como estudios el mismo que el alumno pasante, genera una confianza mayor en sí mismo, ya que puede ser evaluado por los mismos compañeros a medida del avance en el trabajo. Esto provoca un ambiente grato donde el pasante se va desarrollando de manera satisfactoria como profesional.

3.5. MENCIÓN ESPECÍFICA DE LAS HERRAMIENTAS QUE LA UNIVERSIDAD DEBIESE ENTREGAR PARA MEJORAR EL TRABAJO EN EQUIPO

A lo largo de la carrera se hizo bastante énfasis al trabajo grupal potenciándolo constantemente a través de la realización de proyectos con compañeros de aula, en ocasiones elegidos por el profesor y en otras por elección de los propios alumnos. Una modalidad que sería interesante explotar es el roce con compañeros de la Universidad, específicamente de otras carreras, realizando proyectos en conjunto y unificando materias vistas por cada uno. Esto sería de gran ayuda para el alumno debido a que al momento de ingresar al mundo laboral, de inmediato aparecen compañeros de trabajo que no tienen los mismos conocimientos que el alumno posee. No obstante, frente a esta diferencia, se debe trabajar en conjunto, unificando conocimientos y trabajando en grupo para llevar a cabo un objetivo en común.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al momento de finalizar la estadía en la empresa RIEGEL cabe destacar que fue una experiencia bastante enriquecedora, primero, en términos profesionales, ya que fueron muchos los conocimientos adquiridos durante el período de pasantía. En segundo lugar, hubo un crecimiento en términos personales debido a la confianza y responsabilidad depositadas en el alumno por parte de la empresa, logrando creer en sí mismo y tener una mayor seguridad al momento de tomar decisiones.

Actualmente se vive en una era digital, donde las tecnologías se renuevan cada vez más rápido. Es por esto que, a futuro y como mejora para la carrera, se propone tomar en cuenta este aspecto, dando a conocer nuevas tecnologías que se encuentran a disposición.

Una herramienta bastante útil es la programación de microcontroladores. Pese a que este tema se aborda en la universidad, esto se lleva a cabo con lenguaje bastante limitado lo que no permite hacer aplicaciones muy avanzadas. No obstante el lenguaje enseñado por la carrera es la base para aprender otros, sería una herramienta de gran ayuda para el técnico el tener conocimientos en lenguaje C al momento de egresar, ya que las posibilidades son infinitas, lo cual queda demostrado después de la realización de la pasantía.

Después del conocimiento de las placas de evaluación, específicamente de los microcontroladores, el uso de éstas en laboratorios de la carrera sería de gran ayuda, ya que se ahorraría bastante tiempo en cableado e implementación del circuito del microcontrolador en este caso y se abarcaría solamente lo esencial del ramo que sería la programación de la unidad central y el funcionamiento de sus periféricos que vienen insertos en esta placa.

Otro punto, y no menor, es el uso de energías renovables, tema que no fue tocado durante la estadía en la Universidad y que es de suma importancia por los tiempos en que vivimos. Para el caso de lo desarrollado en la empresa, se utilizó la energía solar como fuente principal de energía, la cual necesita de una batería para almacenar la energía proveniente del sol. Para no descargar esa batería de forma inútil, todo lo diseñado debe ser cuidadosamente escogido, eligiendo los menores consumos posibles. Esto debiese ser regla estricta al momento de diseñar en la Universidad, ya que, independiente si es del tipo solar o no, la alimentación de algún circuito se debe pensar siempre en función de la eficiencia energética.

Por último, es importante destacar que la empresa facilitó en demasía el desarrollo de la pasantía, acogiendo de muy buena manera al alumno pasante, haciéndole sentir cómodo y motivándolo constantemente a superarse personalmente con nuevos desafíos, lo que hizo crecer al alumno como profesional técnico.

BIBLIOGRAFÍA

1. FLUX, Riegel E.I.R.L [en línea]. www.flux.cl. [Consulta: 11 de noviembre de 2013].
2. ARKON, flow systems [en línea]. <[www.http://arkon.co.uk/](http://www.arkon.co.uk/)> [Consulta: 11 de noviembre de 2013].
3. GOOGLE, servicio de mapas [en línea]. <<https://www.google.cl/maps>> [Consulta: 11 de noviembre de 2013].
4. PUHUIT, producto que comercializa la marca. [en línea]. <http://puhuit.com/main/page_products_t962a_ir_ovenic_heater.html>. [Consulta: 14 de noviembre de 2013].
5. AVANTEC, instrumentos y sistemas. [en línea] <<http://www.avantec.cl/index.php?pid=25&cod=DSOX3000A#>>. [Consulta: 14 de noviembre de 2013].
6. GOOGLE, Búsqueda de imagenes de encapsulados [en línea]. <https://www.google.cl/search?q=PQFN&espv=210&es_sm=93&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=_nCNUu7_J-besATK-oKACA&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1001&bih=957&dpr=0.67> [Consulta: 14 de noviembre de 2013].
7. ZHUOMAO, seamark ZM, Shenzen, China [en línea]. <<http://www.zhuomao.com.cn/en/disproduct.php?id=61>>. > [Consulta: 15 de noviembre de 2013].
8. WIKIPEDIA, Búsqueda de una referencia sobre osciloscopio [en línea]. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Osciloscopio>> [Consulta: 16 de diciembre de 2013].
9. STMicroelectronics, Búsqueda de hoja de datos SPV1040 [en línea]. <<http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00287506.pdf>> [Consulta: 18 de diciembre de 2013].
10. STMicroelectronics, Búsqueda de hoja de datos L6924D [en línea]. <<http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00079821.pdf>> [Consulta: 18 de diciembre de 2013].

11. STMicroelectronics, Búsqueda de nota de aplicación [en línea].
<http://www.st.com/st-web-ui/static/active/jp/resource/technical/document/application_note/DM00048561.pdf>
[Consulta: 19 de diciembre de 2013].
12. WIKIPEDIA, Búsqueda de convertidores boost [en línea].
<http://es.wikipedia.org/wiki/Convertidor_Boost> [Consulta: 19 de diciembre de 2013].
13. BAPIHVAC, Búsqueda funcionamiento sensores [en línea].
<http://www.bapihvac.com/CatalogPDFs/I_App_Notes/Understanding_Current_Loops.pdf> [Consulta: 20 de diciembre de 2013].
14. Microchip, Documento de microcontroladores XLP [en línea].
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Future%20XLP%20Article.pdf>>
> [Consulta: 21 de diciembre de 2013].
15. WIKIPEDIA, Búsqueda de información de comunicación serie [en línea].
<http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie#Puerto_serie_asincr.C3.B3nico>
[Consulta: 21 de diciembre de 2013].
16. OLIMEX, Búsqueda de información XBEE [en línea].
<http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie#Puerto_serie_asincr.C3.B3nico>
[Consulta: 21 de diciembre de 2013].
17. GOOGLE, Búsqueda de información elevador boost [en línea].
<<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r70641.DOC>> [Consulta: 21 de diciembre de 2013].
18. WIKIPEDIA, Búsqueda de concepto PWM [en línea].
<http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_ancho_de_pulsos>
[Consulta: 21 de diciembre de 2013].
19. FALUDI, Robert. Building Wireless sensor networks. O'Reilly, 2010. ISBN: 978-0-596-80773-3