

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

PRACTICA EMPRESARIAL EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE
LA EMPRESA ASEA BROWN BOVERY - DIVISION AUTOMATION
PRODUCTS - FABRICA NIESSEN

Manuel Fernando Blanco López

ASEA BROWN BOVERY - AUTOMATION PRODUCTS
FABRICA NIESSEN

MONDRAGON, GUIPUZCOA, ESPAÑA
20 DE DICIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

PRACTICA EMPRESARIAL EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE
LA EMPRESA ASEA BROWN BOVERY - DIVISION AUTOMATION
PRODUCTS - FABRICA NIESSEN

Manuel Fernando Blanco López

ASEA BROWN BOVERY - AUTOMATION PRODUCTS
FABRICA NIESSEN

Docente Tutor:

Dr. Ricardo Gálvez

MONDRAGON, GUIPUZCOA, ESPAÑA
20 DE DICIEMBRE DE 2007

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

CONTENIDO

	pág
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	12
1.1 DIVISIÓN AUTOMATION PRODUCTS	12
1.2 DIVISIÓN FABRICA NIESSEN	13
1.3 RESEÑA HISTORICA.....	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
3. PLAN DE TRABAJO.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	19
4.1 BENCHMARKING.....	19
4.2 EL TIRISTOR	20
4.3 EL TRIAC	21
4.4 EL DIAC.....	22
4.5 TRANSFORMADORES ELECTRÓNICOS.....	23
4.6 CIRCUITO OSCILADOR ASTABLE 555.....	24
4.7 EL TRANSISTOR	25
4.8 ZENER	26
4.9 RADIOFRECUENCIA	27
4.10 TERMOPAR.....	28
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	30
5.1 MONTAJE Y ENSAMBLADO DE CIRCUITO PARA LA ILUMINACIÓN INTERNA DE UN NUEVO DISPOSITIVO.	30
5.2 RECONOCIMIENTO INTERNO DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA.	30
5.3 PRIMERAS PRUEBAS DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA PARA DISTINTAS CARGAS, Y DIFERENTES TIPOS DE FUENTES.	32
5.4 SEGUNDAS PRUEBAS DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA.	33

5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE LA COMPETENCIA Y ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO CON MEJOR COMPORTAMIENTO EN GENERAL.....	34
5.6 ESTUDIO DE LA ELECTRÓNICA INTERNA DEL DISPOSITIVO.....	35
5.7 ESTUDIO DE SITUACIONES EXTREMAS ANTE LAS QUE PUEDE ESTAR EXPUESTO EL DISPOSITIVO.....	37
5.8 ESTUDIO PRELIMINAR DEL SOFTWARE PCAD.....	39
5.9 DESARROLLO DE PRUEBAS FUNCIONALES A DISPOSITIVO DE RADIOFRECUENCIA.....	40
5.10 APRENDER A MANEJAR EL SOFTWARE PCAD.....	47
5.11 ASISTENCIA DENTRO DEL SOPORTE TÉCNICO A LOS DISPOSITIVOS RF.....	48
5.12 PRUEBAS DE TEMPERATURA PARA EL DISEÑO DE LA LAMPARITA DE BAJO CONSUMO.....	50
5.13 DESARROLLO DE PRUEBAS A UN DISPOSITIVO DETECTOR DE MOVIMIENTO.....	50
5.14 DESARROLLO DE PRUEBAS A UN TIPO DE TIMBRE.....	51
5.15 REALIZACIÓN DE ENSAYOS DEL PROTOTIPO DE LAMPARITA DE LED.....	52
5.16 BÚSQUEDA DE NUEVA REFERENCIAS DE LEDS QUE SE ADECUARAN A LAS ESPECIFICACIONES DEL PILOTO DE BALIZADO.....	53
6. APORTES AL CONOCIMIENTO.....	54
7. CONCLUSIONES.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	57
ANEXOS.....	57

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1 Divisiones ABB	12
Figura 2. Símbolo del Tiristor	20
Figura 3. Curva característica del Tiristor	21
Figura 4. Símbolo del Triac.....	22
Figura 5. Símbolo del Diac	23
Figura 6. Circuito interno de un transformador electrónico	23
Figura 7. Encapsulado 555.....	24
Figura 8. Símbolo del Transistor NPN.....	25
Figura 9. Símbolo del diodo Zener	26
Figura 10. Curva característica del diodo Zener	27
Figura 11. Circuito de Regulador de Intensidad.....	31
Figura 12. Montaje de pruebas del regulador	33
Figura 13. Circuito regulador seleccionado.....	36
Figura 14. Montaje de prueba del Transformador Electrónico.....	37
Figura 15. Montaje de enclavamiento del triac por máxima temperatura	38
Figura 16. Montaje de pruebas en Regulador RF	41
Figura 17. Montaje de pruebas con Interruptor RF	41
Figura 18. Montaje de pruebas con Interruptor de persianas RF	42
Figura 19. Selección del modo de funcionamiento	42
Figura 20. Tabla de colores según el modo seleccionado.....	43
Figura 21. Activación de tecla RF.....	43
Figura 22. Activación a través de tecla RF con repetidor activado.....	44
Figura 23. Activación de escena canal superior.....	44
Figura 24. Activación remota de carga a través de sensor.....	45
Figura 25. Envío y recepción de mensajes vía RF o vía bus KNX-EIB	46
Figura 26. Envío de mensajes RF al bus KNX-EIB cuando se acciona localmente la tecla RF	47
Figura 27. Montaje del ensayo del timbre	51
Figura 28. Montaje de ensayo con lamparita de led	52

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A KNX RF (Konnex Radio Frequency)	587
ANEXO B KNX EIB (Konnex European Installation Bus)	609
ANEXO C Reglas para el diseño de Pcb	60
ANEXO D UNE-EN 60669-1:2002	61
ANEXO E Tutoriales Pcad.....	643

GLOSARIO

BENCHMARK: Significa Punto de referencia. Persigue la comparación con empresas líderes para mejorar el propio rendimiento aprendiendo del mejor ("best-in- class").

CANDELA: Símbolo (cd), es la unidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hertz y cuya intensidad energética en dicha dirección es 1/683 Watt por estereorradián.

ESTEREOARRADIÁN: El estereorradián es la unidad derivada del SI que mide ángulos sólidos. Es el equivalente tridimensional al radián. Su símbolo es sr.

Un estereorradián se define como el ángulo sólido formado entre el centro de una esfera de radio unitario y una porción de superficie de esa esfera de una unidad cuadrada.

RADIOFRECUENCIA: .El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a una antena.

NEP: Norma de Especificación de Producto, creada por el Departamento de Desarrollo de la fábrica para aquellos productos distintos de las bases de enchufe y de los interruptores.

UNE-EN 60669-1:2002: Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Requisitos generales

KNX-EIB: Es un protocolo estándar utilizado en la automatización de viviendas y edificios. Utiliza el par trenzado para la comunicación de los sensores y actuadores presentes en la instalación conocido como cable bus.

CODIGO MANCHESTER: En telecomunicaciones, es una línea de código que se encarga que la codificación de cada bit tenga al menos una transición y que esta transición ocupe el mismo tiempo. Por esto se le considera self-clocking, es decir que se puede recuperar la señal de reloj de la información codificada.

RESUMEN

El objetivo de este informe es dar a conocer las actividades desarrolladas dentro de la práctica empresarial realizada en la empresa ABB-Niessen. A continuación se realizara un seguimiento y descripción de todas y cada una de las acciones que se llevaron a cabo; que van, desde el soporte técnico a diferentes dispositivos electrónicos, elaboración de ensayos, hasta la colaboración dentro del estudio del funcionamiento de un dispositivo regulador de intensidad, para su posterior diseño e implementación.

Además se da una mirada a diferentes puntos de trabajo dentro de la ingeniería como puede ser el manejo de software, manejo de hardware, elaboración de informes y tutoriales para un mejor manejo e interpretación de la información, desarrollo de pruebas en laboratorio, manejo de equipos electrónicos tales como el osciloscopio, dentro del desarrollo de pruebas de funcionamiento, manejo de normativas, y otros aspectos más generales.

Se da a conocer la importancia de llevar un orden al momento de realizar una actividad, ya que esto nos garantiza una mayor efectividad en la búsqueda de nuestros objetivos.

Por último se muestran diferentes aspectos que se aprendieron dentro del desarrollo de las prácticas como son la aplicación de los sistemas de transmisión por radiofrecuencia en la domotica, el funcionamiento de los tiristores y su aplicación en dispositivos reguladores de intensidad.

ABSTRACT

The purpose of this report is to show the activities developed inside the business practice carried out in company ABB Niessen. Next it is going to do a description of all actions that were carried out, like technical support to different electronic devices, development of tests and collaboration inside the study, design and implementation of the regulator intensity device.

In addition, it is going to look at different points in engineering work such as software and hardware development, reporting and tutorials for better use and interpretation of information, development of laboratory test, handling electronics equipment like oscilloscope, in the development of operation tests and use of electronic regulations.

It is show the importance to keep order at the moment to perform an activity, because it guarantees us greater effectiveness in pursuit of our goals.

Finally it will show different aspects that were learned in the practice, such as implementation of radiofrequency transmission systems in domotic, and the operation and application of the thyristors in the regulator intensity devices.

0. INTRODUCCIÓN

Dentro del siguiente informe se tratara de dar a conocer las diferentes actividades realizadas en la práctica empresarial, la cual se llevo a cabo en la empresa ABB, Division Automation Products, Fabrica Niessen. Dentro de esta empresa se estuvo trabajando en el área de desarrollo, para la cual se necesitaba principalmente el desarrollo de un nuevo regulador de intensidad el cual fuera capaz de adaptarse a las diferentes condiciones de cargas que hay presentes en el mercado actual y que cumpliera con todas las especificaciones tanto de tensión de alimentación, como en cuanto a los diferentes aspectos de normativa así lo indiquen.

Además en este informe se trataran aspectos relacionados con el soporte técnico que se llevo a cabo en diferentes dispositivos dentro de los cuales destacan los dispositivos de RF, el circuito de lamparita de led, sensores de movimiento, entre otros. Se hablaran sobre aspectos tales como pruebas de funcionamiento, normativa a seguir, descripción e interpretación de fallos y elaboración de pequeñas aplicaciones que permitan simular aspectos requeridos en el desarrollo de las pruebas.

Otro punto que se maneja dentro de la práctica, es la búsqueda de dispositivos internos que pertenezcan a un diseño en concreto, para que se adecuen a las correctas dimensiones de dicho dispositivo y que cumplan con la normativa que se establece para su correcta puesta en funcionamiento.

Este conjunto de actividades ayudaran al estudiante a implantar los diferentes conocimientos adquiridos en la universidad, como vienen a ser el manejo de dispositivos como el triac, el diac, el transistor, los multivibradores astables, entre otros; para así poderlos emplear dentro del diseño de un dispositivo, como en la elaboración de pruebas que faciliten la simulación de posibles situaciones que permitan comprobar el correcto funcionamiento de un dispositivo.

Además muestran al estudiante la importancia de conocer las diferentes normativas existentes las cuales se encuentran siempre como punto a tener en cuenta en el momento del desarrollo, prueba y puesta en marcha del dispositivo.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

ABB es una compañía líder en tecnología electrotécnica y de automatización que colabora con los clientes industriales y con las compañías de servicios básicos para mejorar su rendimiento, al tiempo que reducen su impacto medioambiental.

El objetivo de ABB es crear valor añadido para todas las partes implicadas, satisfaciendo las necesidades de los clientes, de los empleados y de las comunidades en las que se desarrolla su actividad empresarial.

ABB se encuentra dividida en diferentes divisiones de trabajo, dependiendo del tipo de área de la ingeniería en la que se especialicen (Ver figura 1).

Figura 1 Divisiones ABB



1.1 DIVISIÓN AUTOMATION PRODUCTS

Esta división de ABB ofrece una gran variedad de productos eficientes y fiables que pretenden mejorar la productividad de los clientes, incluyendo

accionamientos, motores y generadores, productos de Baja Tensión, instrumentación y analítica, y electrónica de potencia.

Para el manejo, diseño, comercialización, venta y distribución de los diferentes dispositivos con los cuales cuenta la empresa ABB en su Área de Automatización de Productos; esta a su vez cuenta con una serie de divisiones aun más pequeñas dentro de las que se encuentra la Fabrica Niessen, la cual se especializa en el área de productos de baja tensión.

1.2 DIVISIÓN FABRICA NIESSSEN

ABB Automation Products, División Niessen se encuentra situada en Oiartzun (Gipuzkoa) y se dedica a la fabricación de pequeño material eléctrico y otros productos complementarios para el equipamiento de viviendas, locales y edificios. Posee un catálogo de más de 2000 productos, Niessen realiza la comercialización en España a través de la División Baja Tensión de ABB Automation Products, S.A.

Las ventas de la empresa en el año 2000 ascendieron a 50 millones de euros en el mercado nacional, llegando a alcanzar una cuota de mercado del 30%. Por otro lado, y teniendo en cuenta que una de las prioridades de la Compañía es el impulso a la exportación dentro de los mercados que están bajo su responsabilidad (entre los que destaca principalmente Latino América), cabe destacar que las exportaciones alcanzaron los 5 millones de euros.

En 1997 la empresa logró la certificación ISO 9001 de Calidad y en 1999 obtuvo la normativa de Gestión Medioambiental ISO 14001, que certifica la utilización de procesos no contaminantes, tratándose de la primera empresa en su sector que consigue ser acreedora de este certificado. Además, la empresa dispone de unos 900 productos certificados por AENOR.

La División Fabrica Niessen se encuentra dividida a su vez, en diferentes áreas dependiendo del tipo de actividad que se lleve a cabo en cada una de ellas. La practica empresarial se realizo dentro del área de desarrollo, dentro de la cual se colabora con el desarrollo de nuevos productos eléctricos y electrónicos, que puedan ser implementados dentro del área del pequeño material eléctrico y dentro del área de la domotica. Además se tienen como otras funciones, la de reformar, adaptar y proponer nuevas soluciones para responder a las expectativas de desarrollo e innovación de la empresa.

ABB Automation Products, División Niessen se dedica, como ya se ha comentado anteriormente, a la fabricación de pequeño material eléctrico para equipamiento de viviendas, oficinas y sector terciario. La empresa fabrica y comercializa los siguientes dispositivos:

- Series de Empotrar/Superficie: Interruptores, bases de enchufe, conmutadores, tomas de teléfono, televisión e informáticas, etc.
Series: Olas, Arco, LX, Lissa, Signo, Stylo, Over.
- Material Electrónico: Mandos a distancia para encendido, apagado y regulación por infrarrojos, detectores de movimiento, etc.
- Sonido Niessen: Elementos para sonorización de viviendas, bajos comerciales, etc.
- Material Estanco: Material anti-humedad.
- Domótica: Sistemas Inteligentes para Edificios implementados con sistemas EIB-KNX o con la implantación de los dispositivos de RF.

1.3 RESEÑA HISTORICA

Fundada por Guillermo Niessen Bulchholz, sus inicios datan del año 1914, en la localidad guipuzcoana de Errenteria. En 1975 la fábrica se trasladó a Oiartzun, donde se encuentra en la actualidad. A partir de 1996, la empresa pasa a pertenecer en su totalidad a la multinacional Sueco-Suiza Asea Brown Boveri (ABB), grupo de empresas multinacional que se dedica a la generación, transporte y distribución de energía eléctrica y posee a nivel mundial más de mil empresas.

En 1999, tras un largo proceso de integración en la multinacional, cambia su nombre por el de ABB Niessen, y en 2001, al integrarse en Automation Products, adquiere su denominación actual: ABB Automation Products, División Niessen.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño y desarrollo de un nuevo dispositivo dimmer, para la implantación dentro del mercado del pequeño material eléctrico; así mismo intervenir dentro del proceso de soporte técnico a diferentes dispositivos electrónicos, mediante el desarrollo de diversas pruebas de funcionamiento.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la normativa correspondiente para el desarrollo e implementación de dispositivos eléctricos para una correcta aplicación dentro del desarrollo del proyecto.
- Probar el funcionamiento de algunos reguladores que se encuentran en el mercado ante diferentes cargas para conocer su verdadera funcionalidad.
- Determinar las ventajas y limitaciones de la aplicación de los diseños de reguladores de intensidad que ofrece el mercado.
- Generar una serie de lineamientos básicos sobre los cuales se pudiera basar el desarrollo final del regulador, todo ello enmarcado dentro de los resultados obtenidos del estudio de los reguladores estudiados.
- Aprender a manejar el software P-CAD para el diseño de circuitos impresos y para la elaboración de un tutorial que sirva de guía para la utilización de este software en proyectos futuros, facilitando la familiarización con el mismo.
-

- Conocer el modo de funcionamiento de los dispositivos de RF (envío/recepción de mensajes, configuración), para con ello poder detectar posibles fallos que se pudieran generar ante posibles actuaciones sobre el dispositivo.
- Desarrollar un conjunto de pruebas que permitan comprobar el correcto funcionamiento del sistema RF y al mismo tiempo pueda identificar posibles fallos presentes dentro del funcionamiento del dispositivo.
- Elaborar un informe que incluya todas las diferentes acciones que puede realizar el sistema RF, debiendo incluir todos los posibles errores que hayan sido detectados en análisis anteriores para una comprobación individual de cada uno de ellos.
- Desarrollar un conjunto de pruebas a diferentes dispositivos electrónicos según lo solicite el departamento de desarrollo (pruebas de carácter funcional, cumplimiento de normativa, cambio de dispositivos internos).

3. PLAN DE TRABAJO

- Se realizó un análisis de mercado; lo que conlleva a la elaboración de una serie de pruebas a los diferentes dispositivos semejantes que se encuentren actualmente en el mercado, analizando su comportamiento para diferentes tipos de cargas y diferente potencia en la carga. Además se observan que ventajas y desventajas tienen cada uno de estos dispositivos, que protecciones poseen, que diferencias circuitales presentan y otros aspectos mas que permitan sacar ciertas conclusiones sobre su funcionamiento.
- Se elaboró una especificación que se adecue a las exigencias que se piden para el funcionamiento del dispositivo; para ello se aprovechó los resultados obtenidos del análisis de los diferentes dispositivos del mercado.
- Se efectuó un estudio del software PCAD, se aprendió a manejar las herramientas de diseño electrónico, que permiten elaborar desde una simulación, el diseño total del circuito impreso, importación y exportación de diferentes tipos de archivos, creación de dispositivos entre otros.
- Se realizo una serie de pruebas de carácter funcional a nuevos dispositivos. Se encontraron posibles fallos y se informo sobre ellos. Además se trato de obtener posibles tramas o señales del dispositivo con la ayuda del osciloscopio que permitan dar una idea de la causa de los errores encontrados.
- Se elaboro un conjunto de pruebas que permitieron comprender el origen de ciertos errores presentes en el nuevo sistema RF que permitieron posteriormente aportar datos para la solución del mismo.
- Se elaboro un conjunto de ensayos a diferentes prototipos, para intentar encontrar y solucionar sus fallos, logrando siempre que cumpla con la normativa que se especifica para cada producto, ya sea en lo que respecta a

corriente de funcionamiento, temperatura de funcionamiento, vida media de los dispositivos del diseño, etc.

- Se elaboro un tutorial del software PCAD que servirá como guía para la implementación del mismo en el desarrollo de proyectos posteriores.
- Se reviso la documentación y posterior redacción del informe del trabajo desarrollado.

4. MARCO TEÓRICO

En el siguiente punto se explicarán algunos conceptos que fueron necesarios para el desarrollo de las prácticas tanto en la parte correspondiente al desarrollo de dispositivos como todo lo concerniente al soporte técnico proporcionado a diferentes dispositivos.

4.1 BENCHMARKING

Dentro del estudio realizado para el desarrollo del regulador, se aplicó un concepto conocido como Benchmarking, el cual es muy utilizado por las empresas para intentar mejorar métodos de producción, fabricación, diseño, etc. A continuación se hará una breve descripción de dicho procedimiento que permitirá perfilarse un poco más dentro del estudio que se realizó al regulador.

El benchmark es una técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente de un sistema, frecuentemente en comparación con algún parámetro de referencia.

Los benchmark se utilizan comúnmente:

- Comprobar si las especificaciones de los componentes están dentro del margen propio del mismo
- Maximizar el rendimiento con un presupuesto dado
- Minimizar costes manteniendo un nivel mínimo de rendimiento
- Obtener la mejor relación costo/beneficio (con un presupuesto o unas exigencias dadas)

En conclusión este método es utilizado para comparar procedimientos, de líneas similares de trabajo, o de otras muy diferentes, pero que sirvan de punto de guía en el desarrollo de un nuevo proceso o proyecto.

Este tipo de comparaciones servirán para conocer posibles fallos que puedan tener la competencia en el diseño de sus dispositivos, aprovechándolas para obtener un diseño mejorado.

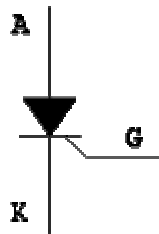
Una vez visto el concepto de benchmarking, se realizó su posterior aplicación dentro del desarrollo del regulador, para ello se tomaron varias muestras de diferentes dispositivos reguladores de la competencia, los cuales nos permitieron identificar que tipo de productos se encontraban actualmente en el mercado.

En el proceso de identificación de los diferentes reguladores, se tuvo la necesidad de realizar un análisis del circuito interno para lo cual se necesitaron de algunos conceptos sobre el funcionamiento de diversos dispositivos electrónicos como el triac, el diac, los transistores, los transformadores electrónicos; los cuales explicaremos a continuación.

4.2 EL TIRISTOR

Son interruptores electrónicos utilizados en circuitos electrónicos de potencia donde es necesario controlar la activación del interruptor. Los tiristores constituyen una familia de dispositivos de tres terminales entre los que se encuentran el SCR, el triac, el GTO, entre otros. Los tres terminales son el ánodo, el cátodo y la puerta (Ver figura 2).

Figura 2. Símbolo del Tiristor



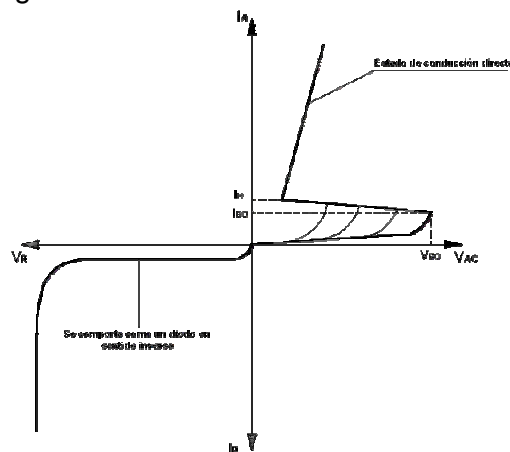
Los tiristores pueden soportar altas tensiones y corrientes de bloqueo en aplicaciones de alta potencia, pero las frecuencias de conmutación están limitadas a valores de entre 10 y 20 KHz, aproximadamente.

La conducción entre ánodo y cátodo es controlada por el terminal de puerta, además es un dispositivo unidireccional, debido a que el sentido de la corriente es único.

Para que el tiristor entre en conducción, hay que aplicar una corriente de puerta cuando la tensión ánodo-cátodo sea positiva. Una vez que el dispositivo haya entrado en conducción, la señal de puerta deja de ser necesaria para mantener la corriente de ánodo. El tiristor continuara conduciendo mientras la corriente de ánodo continúe siendo positiva y se encuentre por encima de un valor mínimo, que se conoce como nivel de mantenimiento.

Si la tensión que se aplica entre el ánodo y el cátodo es negativa (tensión inversa), el tiristor se comporta como un diodo en inversa, es decir por el circulan unas pequeñas corrientes de fuga. Esta tensión inversa no debe superar la tensión inversa máxima ya que ello provocara la destrucción del mismo (Ver figura 3).

Figura 3. Curva característica del Tiristor



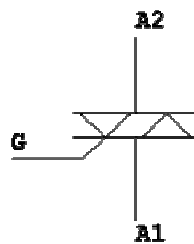
4.3 EL TRIAC

Es un dispositivo de la familia de los tiristores y al igual que los tiristores posee dos estados de funcionamiento, bloqueo y conducción. Este dispositivo puede conducir en ambas direcciones, es decir es un dispositivo bidireccional; se utiliza normalmente como regulador de potencia entregada a una carga en corriente alterna. Se puede considerar como dos tiristores conectados en antiparalelo con una conexión de compuerta común.

Al igual que los tiristores necesitan de un impulso de corriente en la compuerta (G) para pasar del estado de bloqueo al de conducción; este impulso de corriente puede ser positivo o negativo dependiendo de la polaridad existente entre las terminales A1 y A2 (Ver figura 4).

Para lograr su paso del estado de conducción al estado de bloqueo, solo debe disminuir la corriente por debajo de la intensidad de mantenimiento (I_H).

Figura 4. Símbolo del Triac



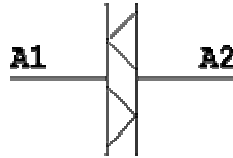
4.4 EL DIAC

El DIAC es un dispositivo el cual se comporta de manera similar a diodos zener conectados en serie, pero orientados en formas opuestas. La conducción se da cuando se ha superado el valor de tensión del zener que está conectado en sentido opuesto.

El DIAC normalmente no conduce, sino que a través de él circula una pequeña corriente de fuga; la conducción aparece cuando la tensión de disparo se alcanza.

Al alcanzar la tensión de disparo, la tensión en el DIAC se reduce y entra en conducción dejando pasar la corriente necesaria para el disparo de dispositivos como el SCR o TRIAC. Se utiliza principalmente en aplicaciones de control de potencia mediante control de fase (Ver figura 5).

Figura 5. Símbolo del Diac

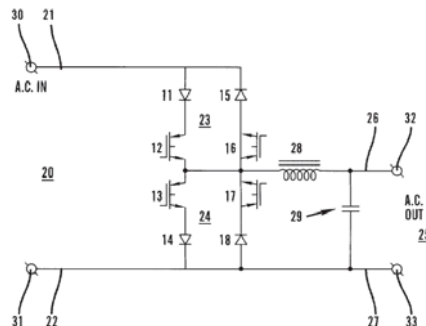


4.5 TRANSFORMADORES ELECTRÓNICOS

Debido al estudio realizado al funcionamiento de los reguladores, se observaron una serie de fallos en el comportamiento de estos dispositivos, los cuales eran comunes para todos los fabricantes; dentro de ellos podemos destacar la presencia de parpadeo sobre todo cuando la carga estaba compuesta por lámparas halógenas alimentadas por transformadores electrónicos. Por ello se quiso comprender el modo de funcionamiento de los transformadores electrónicos para intentar comprender la influencia que tenían estos dispositivos dentro del funcionamiento normal del regulador.

El transformador electrónico está compuesto principalmente por bobinas y componentes electrónicos (Ver figura 6). Son muy utilizados en la actualidad en aplicaciones como cargadores para celulares. No utiliza el transformador de núcleo en sí, sino que utiliza bobinas llamadas Filtros de red y bobinas CFP (Corrector del factor de potencia) de utilización imprescindible en los circuitos de fuente de alimentaciones conmutadas. Además está compuesto por una serie de transistores, que permiten por medio de su conmutación y con la ayuda de los condensadores (carga y descarga), obtener el voltaje deseado a la salida del dispositivo.

Figura 6. Circuito interno de un transformador electrónico



Además del tiempo dedicado al estudio del funcionamiento del dimmer, se realizó una serie de pruebas en otros dispositivos, para los cuales se necesitó diseñar varios mecanismos electrónicos que me permitieran conmutar diferentes tipos de cargas desde resistivas hasta totalmente capacitivas. Para el desarrollo de dichas herramientas se utilizaron una serie de dispositivos electrónicos que se explicaran a continuación.

4.6 CIRCUITO OSCILADOR ASTABLE 555

Su función principal es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador (Ver figura 7).

Sus características más destacables son:

- Temporización desde microsegundos hasta horas.
- Modos de funcionamiento:
 - Monoestable.
 - Astable.
- Aplicaciones:
 - Temporizador.
 - Oscilador.
 - Divisor de frecuencia.
 - Modulador de frecuencia.
 - Generador de señales triangulares.

Para las pruebas que se desarrollaron; se ha utilizado el 555 en modo astable, la cual nos permite generar una señal cuadrada, que es utilizada para la activación y desactivación de un transistor.

Figura 7. Encapsulado 555



4.7 EL TRANSISTOR

En el mercado actual existen una gran variedad de transistores los cuales se dividen dependiendo de su modo de funcionamiento, velocidad de conmutación, entre muchos otros aspectos que pueden ser aprovechados al momento de introducirlos dentro de una nueva aplicación.

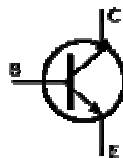
Por ahora nos centraremos en explicar los transistores bipolares que son los que nos interesan para la realización de algunas de las pruebas de laboratorio y así poder comprobar el correcto funcionamiento de algunos dispositivos (Ver figura 8).

Dispositivo semiconductor que permite el control y la regulación de una corriente grande mediante una señal muy pequeña. Este dispositivo posee varias formas de configuración, como son las de emisor común, colector común y base común; generalmente se utiliza la configuración de emisor común para las aplicaciones de conmutación.

En un transistor existen 3 regiones de operación que son:

- Corte: El transistor esta desactivado, esto es debido a que la corriente que circula a través de la base es nula, lo que ocasiona que el transistor se comporte como un circuito abierto entre sus terminales colector y emisor.
- Saturación: En esta región el transistor se comporta como un interruptor cerrado entre sus terminales colector y emisor, esto es debido a que la corriente que circula a través de la base es lo suficientemente grande como para hacer disminuir la tensión entre las terminales colector-emisor.
- Activa: En esta región el transistor actúa como un amplificador, donde la corriente del colector queda amplificada mediante una ganancia. Al mismo tiempo el voltaje colector-emisor disminuye junto con la corriente de base.

Figura 8. Símbolo del Transistor NPN

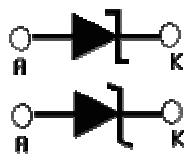


4.8 ZENER

El diodo zener es un diodo semiconductor de características especiales; esto es debido a que su zona de trabajo es la zona inversa (particularmente en la zona del punto de ruptura de su característica inversa), en donde los diodos normales funcionan como una gran resistencia.

Esta tensión de ruptura depende de las características de construcción del diodo, se fabrican desde 2 a 200 voltios. Si se polariza en directa, actúa como un diodo normal y por tanto no se utiliza en dicho estado (Ver figura 9).

Figura 9. Símbolo del diodo Zener

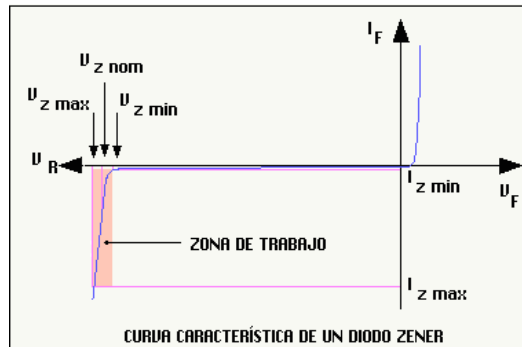


4.8.1 Características de funcionamiento del diodo Zener (Ver figura 10)

- **Tensión de Zener:** También conocida como tensión de polarización inversa, es la tensión que el zener mantiene constantemente una vez superada la tensión de ruptura.
- **Corriente mínima de funcionamiento:** Como su nombre lo indica es la corriente mínima que debe circular a través del diodo zener, para que este mantenga constante la tensión en sus terminales.
- **Potencia máxima de disipación.** Puesto que la tensión es constante, nos indica el máximo valor de la corriente que puede soportar el Zener.

Por tanto el Zener es un diodo que al polarizarlo inversamente mantiene constante la tensión en sus terminales a un valor llamado tensión de Zener, pudiendo variar la corriente que lo atraviesa entre el margen de valores comprendidos entre el valor mínimo de funcionamiento y el correspondiente a la potencia de zener máxima que puede disipar. Si superamos el valor de esta corriente el zener se destruye.

Figura 10. Curva característica del diodo Zener



Para la ayuda dentro del soporte técnico realizado a los dispositivos de RF, se necesito conocer algunos conceptos muy básicos de radiofrecuencia, los cuales sirvieron de ayuda en la comprensión e identificación de posibles fallos que pudieran estar afectando la funcionalidad del dispositivo.

4.9 RADIOFRECUENCIA

La introducción de las radiofrecuencias como soporte de transmisión en la vivienda ha venido precedida por la proliferación de los teléfonos inalámbricos y sencillos telexandos.

Este medio de transmisión puede parecer, en principio, idóneo para el control a distancia de los sistemas domóticos, dada la gran flexibilidad que supone su uso. Sin embargo, resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos domésticos.

Las ventajas e inconvenientes de los sistemas basados en transmisión por radiofrecuencias, son:

- Alta sensibilidad a las interferencias.
- Fácil interceptación de las comunicaciones.
- Dificultad para la integración de las funciones de control y comunicación, en su modalidad de transmisión analógica

A continuación se explicaran algunos factores que se deben tener en cuenta al momento de trabajar con transmisión por radiofrecuencia y que pueden influir en la calidad de la señal transmitida:

- **Potencia de la señal:** Entre mayor potencia posea la señal, mayor será la distancia de recepción.
- **Distancia:** La potencia de la señal de radiofrecuencia (RF) disminuye con la distancia. Además se pueden sumar interferencias no deseadas con lo que se consiguen distancias menores.
- **Interferencias:** Normalmente las interferencias de RF son causadas por aparatos que están emitiendo cerca, en la misma banda y mismo canal que nosotros. También se consideran interferencias a las transmisiones que estén en el mismo canal que nuestra señal, por lo que siempre es conveniente utilizar el canal menos utilizado. Incluso otros sistemas de RF como pueden ser las microondas o cualquier otro sistema pueden interferir y degradar el nivel de la señal.
- **Línea de visión:** La señal necesita visión directa para realizar bien la comunicación. Si hay obstáculos en la línea de visión, no se podrá realizar la conexión. En interiores es posible que aprovechando los rebotes de la señal en paredes u otros objetos, se logre la conexión, pero en ningún caso se ofrece una garantía de señal al traspasar un objeto por fino que pueda ser este.

Existe otra serie de parámetros que pueden perjudicar la transmisión por radiofrecuencia, pero que no se explicaran porque dichos parámetros son más perjudiciales para aplicaciones externas, que están sujetas a cambios climáticos, viento, y otro tipo de obstáculos como la misma naturaleza (árboles, hojas, etc).

Dentro de las actividades realizadas para el estudio de los dimmers, soporte técnico a diferentes tipos de dispositivos y elaboración de ensayos, se requirió del uso de una serie de dispositivos, de los cuales se dará una breve explicación sobre el funcionamiento de algunos de ellos.

4.10 TERMOPAR

Un termopar es un dispositivo capaz de convertir la energía calorífica en energía eléctrica su funcionamiento se basa en los descubrimientos hechos por Seebeck en 1821 cuando hizo circular corriente eléctrica en un circuito, formado por dos metales diferentes cuyas uniones se mantienen a diferentes temperaturas.

Dentro de la electrónica, los termopares son ampliamente usados como sensores de temperatura, son económicos, intercambiables, tienen conectores estándar y son capaces de medir un amplio rango de temperaturas.

Su principal limitación es la exactitud, ya que los errores del sistema inferiores a un grado centígrado son difíciles de obtener.

Los termopares funcionan bajo el principio llamado Efecto Seebeck, el cual dice que la unión de dos metales genera un voltaje, el cual es función de la temperatura.

Los termopares se encuentran disponibles en diferentes modalidades, como pueden ser las sondas. Este tipo es ideal para variadas aplicaciones de medición, por ejemplo, en la investigación médica, sensores de temperatura para los alimentos, en la industria y en otras ramas de la ciencia.

A la hora de seleccionar una sonda de este tipo debe tenerse en cuenta el tipo de conector que se va a emplear. Los dos tipos son el modelo *estándar*, con pines redondos y el modelo *miniatura*, con pines chatos, siendo estos últimos los más populares.

Otro punto importante en la selección es el tipo de termopar, el aislamiento y la construcción de la sonda. Todos estos factores tienen un efecto en el rango de temperatura a medir, precisión y fiabilidad en las lecturas

Como ya se indicó, la selección del tipo de termopar a emplear es importante, ya que existe un gran abanico de opciones, que se diferencian tanto por su coste, sensibilidad, composición y rango de medición. Entre los más utilizados se encuentran los tipos J, K debido a su bajo coste y un amplio rango de medición. También cabe mencionar la existencia de los tipos R, S y B, los cuales poseen una mayor sensibilidad, pero debido a su alto coste (uno de los metales que lo compone es el platino), están enfocados a campos de la industria más especializados (control de temperatura de fusión del oro, etc).

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

5.1 MONTAJE Y ENSAMBLADO DE CIRCUITO PARA LA ILUMINACIÓN INTERNA DE UN NUEVO DISPOSITIVO.

Se elaboró el montaje del circuito con sus respectivos componentes en el lugar y a la distancia que se necesitaban. Además se realizó el respectivo montaje y conexión del circuito en su correspondiente carcasa hasta conseguir su correcto funcionamiento dentro de los parámetros de luminosidad que se exigían, para la posterior valoración en cuanto aspecto estético se refiere tomándolo desde el punto de vista del usuario.

El circuito diseñado se basaba simplemente en un conjunto de leds, los cuales habían sido previamente seleccionados debido al comportamiento ofrecido (luxes ofrecidos para bajas tensiones de alimentación). Estos leds simplemente se alimentaban a través de un par de baterías, pero se debían montar sobre un nuevo prototipo, siguiendo una serie de indicaciones (espacio, ubicación) que logran simular el diseño final en lo que respecta a la iluminación del circuito.

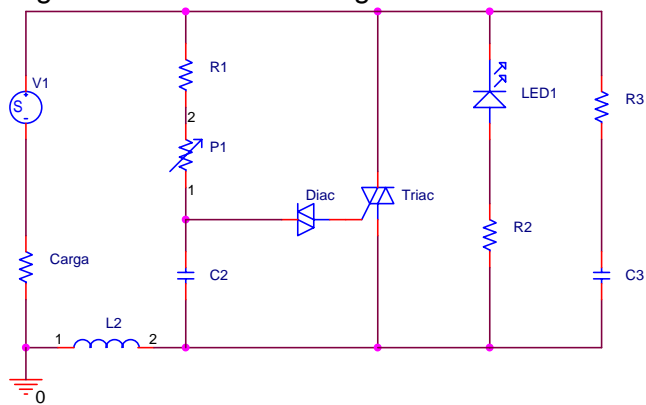
5.2 RECONOCIMIENTO INTERNO DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA.

Observar qué tipo de circuito emplea la competencia para el control del dimmer, qué componentes posee, cual es el funcionamiento de cada uno de ellos y qué papel cumplen dentro del funcionamiento general del dispositivo.

Posteriormente se identificaron las diferencias que existen entre los diferentes dimmers estudiados, en lo que respecta tanto a componentes, como al circuito en general. Además se estudiaron hojas técnicas de los fabricantes de algunos

de los componentes para hacerse una idea del funcionamiento del mismo y de posibles soluciones ante futuros problemas que se puedan presentar en el estudio del dispositivo en general. Este estudio se enfocó principalmente en encontrar la forma de solucionar el problema que presenta el dispositivo al momento de interactuar con cargas capacitivas e inductivas. En el siguiente gráfico se dará a conocer un modelo circuital general de los diferentes diseños de regulador de intensidad con los que se trabajó, dentro de los cuales no se notó mayor diferencia respecto a los componentes que cada uno contenía, ya que se basaban en la misma forma de control de la carga, la cual se realizaba a través de un triac activado por un diac y este a su vez controlado por una red de resistencias y condensadores, que era lo que realmente podría variar entre un diseño u otro, pero que en cuanto a funcionalidad, las variaciones eran mínimas o casi despreciables. (Ver Figura 11).

Figura 11. Circuito de Regulador de Intensidad



Como ya se indicó, el funcionamiento de este circuito se basa en el control de la activación del triac, lo cual se logra a través del diac, que permite el disparo del triac en ambos semiciclos de la señal de entrada, una vez se ha superado su voltaje de disparo. El voltaje de disparo del diac se regula a través de un juego de resistencias y condensadores, junto con un potenciómetro el cual es el que finalmente controla la intensidad que se desea en la carga.

5.3 PRIMERAS PRUEBAS DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA PARA DISTINTAS CARGAS, Y DIFERENTES TIPOS DE FUENTES.

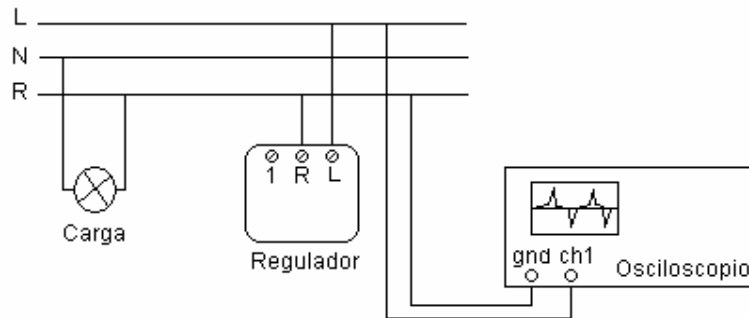
Se realizaron diversas pruebas a los dispositivos reguladores de intensidad, en lo que respecta al comportamiento de estos ante diferentes tipos de cargas, especialmente para cargas con transformadores electrónicos; debido a que con estas es con las que se presentan mayor cantidad de problemas al momento de trabajar con estos dispositivos, ya que este tipo de transformadores internamente realizan la conversión de tensión de 127V a 12V a través de triacs, y al ser la señal de entrada al transformador una sección de la señal senoidal de la red, ocasionaba una serie de parpadeos en la carga que son visibles por parte del usuario y que se querían impedir o por lo menos disminuir a través del rediseño del regulador.

Al no poseer una fuente de alimentación que simulara la red de 127V / 60 HZ sobre la cual se quería implementar el regulador, se buscaron diferentes alternativas de alimentación como son tensiones a partir de un auto transformador, tensión a partir de un dispositivo que proveía una señal de 127V / 60Hz a partir de la señal de red de 230V pero que soportaba muy poca carga y además tenía un comportamiento muy cercano a lo ideal lo cual lograba que el comportamiento de la carga fuera mejor, pero que al final estaba ocasionando una valoración errónea de la carga ante una señal de red real y todos los problemas de variaciones de tensión que esto conlleva.

Para estas pruebas se utilizaron diferentes dispositivos como el multímetro; con el cual se comprobó el correcto funcionamiento de los transformadores electrónicos y otros dispositivos que componían el circuito del dimmer, además se utilizó el osciloscopio con el cual se observó de manera detallada las diferentes formas de onda que se obtenían de la carga ante las variaciones del regulador de intensidad (observaba la salida del regulador). Con dicho estudio se quiso conocer cuáles eran los posibles fallos que podrían existir en el funcionamiento de los dimmers, analizando los diferentes puntos claves al momento de controlar la señal como eran: el instante del disparo de los triacs, posibles pérdidas esporádicas de la señal de red, variaciones de tensión de la forma de onda que pudieran ocasionar parpadeos, etc.

A continuación se muestra el montaje que se realizó para la elaboración de las pruebas anteriormente indicadas. Este montaje no destaca por su complejidad, pero sirvió de gran ayuda al momento de detectar posibles fallos no solo del regulador, sino además de las condiciones necesarias para la elaboración de unas pruebas que fueran lo más fiable posible en cuanto a resultados se refiere. (Ver Figura 12)

Figura 12. Montaje de pruebas del regulador



5.4 SEGUNDAS PRUEBAS DE LOS DIFERENTES DISPOSITIVOS DE LA COMPETENCIA.

Debido a una posterior entrega de un par de muestras más de una serie de dispositivos de la competencia se debió efectuar una segunda sesión de pruebas a dichos dispositivos.

Se continúa evaluando el comportamiento de los diferentes reguladores para distintos casos en los que se varía tanto el tipo del transformador como la fuente de alimentación. Dentro de las múltiples combinaciones realizadas dentro de las pruebas, se observó que el dispositivo tiene un comportamiento aceptable para cargas resistivas como los son las lámparas incandescentes, pero que al utilizar cargas muy inductivas como lo son las lámparas halógenas con transformadores ferromagnéticos, el comportamiento empeora y se empiezan a percibir ciertos parpadeos que son atribuidos a la característica inductiva de la carga.

Este tipo de parpadeo nuevamente se vuelve a presentar con la utilización de transformadores electrónicos, los cuales además de tener cierto comportamiento capacitivo, debido a que su funcionamiento se basa en la carga y descarga de un condensador para lograr el cambio de tensión, también poseen triac internamente que realizan un nuevo recorte en la señal de entrada que hace que los parpadeos en la carga sean mayormente apreciables, y que el control en la señal de entrada al transformador sea el punto mas importante si se desea eliminar o por lo menos disminuir el parpadeo en la carga.

Se debe tener en cuenta que este procedimiento de prueba requiere de la dedicación de varios días debido a que se manejan varios tipos de dimmer con su respectivo montaje y análisis para cada uno de ellos.

Dentro del análisis realizado no solo se observa el comportamiento de la intensidad de la lámpara, sino que además se tiene en cuenta el grado de deformación que se presenta en la señal de la carga, si existe algún tipo de variación de intensidad, o si se presentan picos peligrosos de tensión al momento de accionar la carga; ya que con este tipo de cargas la señal sufre ciertas deformaciones que pueden empeorar el funcionamiento del dispositivo en general. Para este tipo de observación hacemos uso del osciloscopio como herramienta que nos facilita la visualización de las señales anteriormente citadas. (Ver figura 12)

Dentro de los diferentes dispositivos analizados, se observó que su funcionamiento se basa en el control del disparo del triac, el cual permite controlar que porción de la señal de la red deseó que llegue a la carga y esto proporciona un nivel mayor o menor de intensidad.

Siendo éste el principal punto de funcionamiento del regulador y pensando en los problemas de espacio que un regulador basado en transistores ocasionaría, se optó por basar el diseño del regulador en un modelo accionado por la activación de un triac, pero tratando de mejorar ciertos aspectos como pueden ser el acondicionamiento de una mejor red de resistencias y de condensadores que controlen de la mejor manera posible la activación del diac, que permitan un mejor control del triac, además proporcionar un sistema de protección ante el posible enclavamiento del triac, sistemas de apagado total en modo de no funcionamiento para evitar el uso innecesario de energía, entre otros aspectos más.

5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE LA COMPETENCIA Y ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO CON MEJOR COMPORTAMIENTO EN GENERAL.

Dentro de los puntos enunciados en el apartado anterior y con la ayuda de los ensayos realizados se obtuvieron ciertas anotaciones sobre el comportamiento individual de los dispositivos para cada una de las situaciones en las que se ensayaron.

Con estos resultados se trató de elegir, el diseño que mejor se adaptara a las características requeridas por el dispositivo a desarrollar, y así poder tener un punto de referencia del cual iniciar, y al mismo tiempo tratar de mejorar los problemas que se presentaban en el diseño elegido. Con la llegada de la segunda entrega de dispositivos como se ha dejado ver en el apartado anterior, se obtuvieron unos nuevos resultados, los cuales se utilizaron de igual forma para su posterior análisis y comparación con los ya existentes, para así poder decidir cuál era el dispositivo que más se adaptaba a las especificaciones requeridas y por supuesto tomarlo como guía al momento de iniciar con la fase de diseño del dispositivo.

Dentro de los diferentes dispositivos analizados, se logró detectar que algunos de ellos ya poseían algún tipo de protección contra sobretensiones (como fusibles) que les permitían desconectar, si llegara a existir algún tipo de fallo ya sea en la red o por mala manipulación del usuario. Esto nos dio una idea de posibles dispositivos a incorporar o a tener en cuenta dentro del diseño del nuevo regulador, no solo como posibles protecciones contra sobretensiones sino además protecciones por exceso de temperatura, como pueden ser los termofusibles, fusibles, potenciómetros con cierre.

5.6 ESTUDIO DE LA ELECTRÓNICA INTERNA DEL DISPOSITIVO.

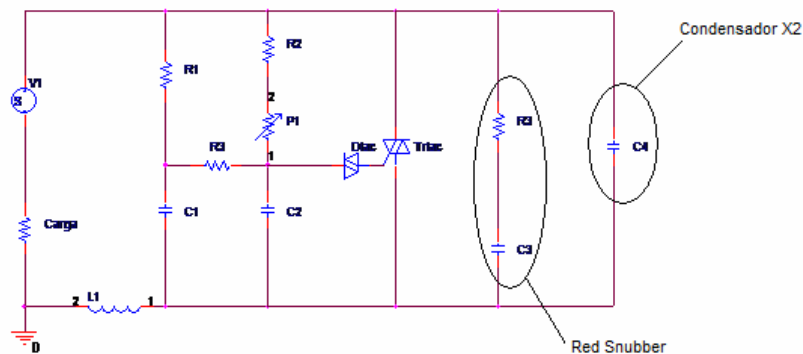
Una vez realizado el análisis de los diferentes dispositivos de la competencia, se quiso profundizar en el análisis del funcionamiento del dispositivo para tratar de realizar algún tipo de mejoras. Para ello se hizo un estudio de sus componentes principales como son el triac y el diac, analizando sus curvas de funcionamiento, posibles circuitos de protección ante variaciones de intensidad y de tensión; para así poder examinar posibles soluciones ante la variación de intensidad que se presenta en la carga. Otro punto importante dentro del funcionamiento del triac es el uso de la bobina, la cual proporciona una protección contra sobretensiones y además permite disminuir el ruido de la señal de red, lo que permite un mejor control de la misma, disminuyendo en cierta medida el parpadeo en la carga.

Al observar esta mejora, se realizaron ensayos con bobinas de mayor valor, con lo que se consiguió mejorar un poco el funcionamiento del dispositivo; el único inconveniente es que se necesitaría una bobina demasiado grande para que dicha corrección en la carga se alcanzara a apreciar, y debido al espacio tan reducido con el que se contaba se optó por mantener el valor inicial que se tenía de la bobina, que era del orden de los μ Henrios.

Otra de las secciones por la que esta compuesta la totalidad de los dispositivos estudiados, es de una red snubber, la cual nos permite tener una protección contra sobretensiones producidas por cargas inductivas que puedan almacenar energía y que puedan destruir el elemento de conmutación (triac). Esta sección del dispositivo es recomendable dentro del funcionamiento del mismo, permitiendo obtener un dispositivo más seguro y fiable.

Asimismo existe dentro de los dispositivos una red formada principalmente por un condensador X2, que protegen el dispositivo contra los picos de tensión que se puedan originar al momento de encender el regulador (Ver figura 13).

Figura 13. Circuito regulador seleccionado

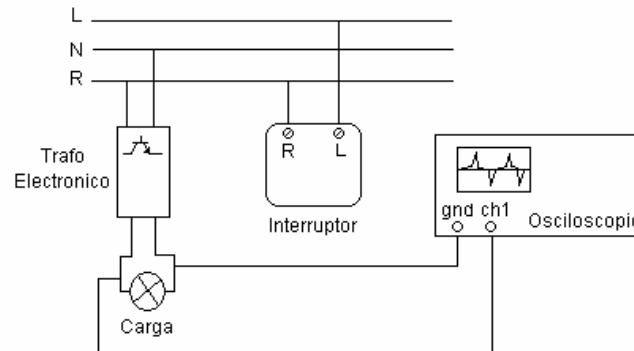


Además del estudio que se realizó a los dispositivos de regulación de intensidad, se trató por otra parte analizar el modo de funcionamiento de los transformadores electrónicos, debido a que con este tipo de transformadores, el dimmer presentaba mayores problemas de parpadeo (Ver figura 14).

En el desarrollo del estudio, se observó la forma de onda de los transformadores al momento de actuar sobre la señal que le proporcionaba el regulador, llegando a la conclusión de que como los transformadores electrónicos utilizaban transistores para lograr el cambio de tensión, la señal a la salida del transformador nos iba a proporcionar muy poca información acerca de un posible fallo en la señal proporcionada por el regulador a la entrada del transformador, debido a que esta señal sería una combinación de la activación de los diferentes transistores que estaban dentro del transformador. Y que los posibles cambios que el transformador pudiera ocasionar sobre la señal que le entregaba el regulador no podían ser evitados, por ello se decidió que el nuevo diseño del regulador debería ser independiente del comportamiento de los diferentes transformadores electrónicos. Es decir que la señal proporcionada por el regulador debería ser lo suficientemente estable como para soportar los

recortes que dentro del transformador pudiera sufrir y así lograr que la variación en la intensidad a la salida fuera la menor posible.

Figura 14. Montaje de prueba del Transformador Electrónico



5.7 ESTUDIO DE SITUACIONES EXTREMAS ANTE LAS QUE PUEDE ESTAR EXPUESTO EL DISPOSITIVO.

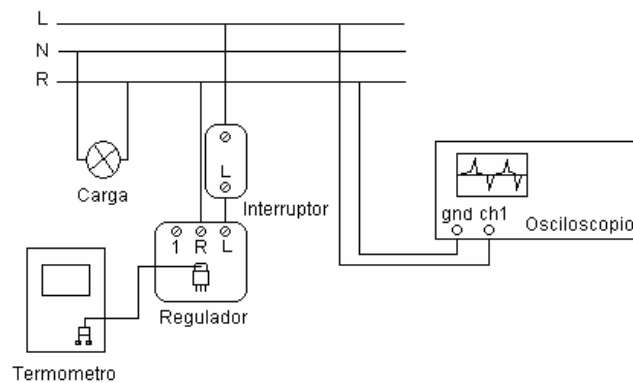
Debido a los numerosos diseños vistos anteriormente se observaba que casi ninguno de ellos poseía ningún tipo de sistema que le permitiera cortar la tensión que por él circulara, ya sea un interruptor o un simple fusible; por ello se realizó una prueba con uno de los dispositivos de la competencia, para tratar de observar si en algún momento el dispositivo se llegaba a quedar enclavado debido al aumento de temperatura en el triac y por ello no permitiera su desconexión, ocasionando posibles daños a la red del lugar donde estuviera instalado o a los dispositivos que a esta estuvieran conectados; comprobando así la importancia de la falta de los dispositivos de protección dentro del diseño.

Para poder realizar esta prueba se diseñó el experimento de tal forma que el dimmer se encontrara en un recinto totalmente cerrado y su carcasa no hiciera ningún tipo de contacto con la armadura externa del anclaje para que este no sirviera como un disipador mas, que le permitiera al dispositivo funcionar mejor pero ocasionando que los resultados obtenidos de la prueba fueran erróneos. Para este experimento se utilizó el mismo esquema que se puede apreciar en la figura 11, con la diferencia de que este se realizó dentro de un recipiente, que me permite simular una situación lo mas cerca posible a la realidad,

además se le agrego un interruptor que me permitiera desconectar el regulador en caso de que el triac se quedara enclavado por haber alcanzado su máxima temperatura de funcionamiento (Ver figura 15). Para realizar un seguimiento al aumento de temperatura, se empleo una termocupla, la cual se introdujo dentro del dispositivo tratando de respetar la hermeticidad del experimento lo máximo posible y acercándose a la carcasa del triac de la manera más apropiada, para que la medida de la temperatura en el triac fuera lo mas fiable posible.

Además para lograr simular el aumento de temperatura del triac se utilizó una carga de mucha mayor potencia de la que el dispositivo sería capaz de soportar.

Figura 15. Montaje de enclavamiento del triac por máxima temperatura



Una vez finalizado el experimento se llego a la conclusión, de la importancia que el regulador, incluyera en el nuevo diseño un dispositivo capaz de lograr su desconexión total, por ello se aconsejo que en el diseño final se incluyera ya sea un fusible o un termo fusible.

Para finalizar con el estudio, se reunieron una serie de consideraciones que fueron tomadas de los resultados que se obtuvieron de los análisis que se realizaron sobre los dispositivos y a partir de estos se entregó un conjunto de lineamientos sobre los cuales se podía basar el diseño del nuevo regulador, entre los cuales destacan:

1. Potenciómetro con cierre
2. Fusible o termo fusible para protección contra sobre tensiones
3. Circuito Snubber, empleado para la protección del triac; este circuito está formado por una resistencia y un condensador en serie los cuales se encuentra en paralelo con respecto al triac. Esta sección del circuito permite que el triac posea un estado de transición (corte-saturación)

4. mucho más directo al interactuar con cargas inductivas y evita que se sobrepase el voltaje de avalancha.
5. Condensador X2 para proteger contra picos de tensión al momento de encender el regulador. Se aconseja tener una resistencia de potencia que ayude a disminuir un poco la tensión que percibe dicho condensador en el momento crítico y además una resistencia en paralelo al condensador para lograr descargarlo.
6. Circuito controlado por el disparo de un triac a través de un diac y juego de resistencias y condensadores.

El conjunto de sugerencias que se realizaron fueron de carácter más bien general y no se especifico el valor de los componentes debido a que solo se necesitaba una serie de datos con respecto al comportamiento de los dispositivos que se encontraban actualmente en el mercado y verificar si con lo existente se podía generar un nuevo dispositivo lo suficiente fiable únicamente con un mínimo de cambios y a un bajo coste.

5.8 ESTUDIO PRELIMINAR DEL SOFTWARE PCAD.

Se realizo un estudio a partir de los manuales suministrados con el software, sobre el correcto modo de utilización de la herramienta PCAD. Para ello se aprendió a utilizar la herramienta del Esquemático, la cual nos permite elaborar simulaciones del circuito eléctrico que se desee. Además se aprendió a utilizar la herramienta para elaborar PCBs, permitiéndonos variedad de opciones que nos facilitaban el manejo de varias capas dentro del PCB a desarrollar.

Dentro de la variedad de opciones que nos ofrecía este software, destaco la herramienta que nos permitía la creación de nuestros propios dispositivos, a los cuales podíamos crear tanto su parte física como su parte eléctrica, para así poder adaptar las especificaciones que se nos mostraban en las hojas de especificaciones de las dispositivos a utilizar, si en algún caso no se encontraba el dispositivo que se necesitaba para el diseño dentro de las librerías del software PCAD.

Este primer estudio fue mas bien de carácter general, solo se conocieron las opciones principales de la herramienta, ya que posteriormente lo que se quería era una mayor inmersión en el manejo de la misma para la obtención de unos documentos guía que sirvieran de ayuda para facilitar el manejo de dicha herramienta a posibles nuevos usuarios de la misma.

5.9 DESARROLLO DE PRUEBAS FUNCIONALES A DISPOSITIVO DE RADIOFRECUENCIA.

Se colaboro con una serie de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de un nuevo dispositivo de radiofrecuencia (Ver Figura 16, 17, 18), tratando de identificar posibles fallos que se presentaran al momento de interactuar el dispositivo con diferentes cargas y en diferentes modos de funcionamiento como pueden ser modo regulador, modo persiana, modo interruptor. Además se debería verificar posibles problemas de comunicación entre cada una de las teclas, como puede ser el aumento del tiempo de activación de la carga, confirmación de cada una de las acciones realizadas, problemas de sordera al momento de trabajar con repetidores que pudieran ocasionar un tipo de interferencia evitando la activación de la carga o haciendo que se mal interprete la orden que se ha enviado.

Se debería no solo explicar los fallos presentes, sino las condiciones por las cuales estos fallos se presentan, es decir en que modo se encontraba la tecla, que acción debería realizar, que acción ha realizado después de la actuación, que numero de repetidores estaban presentes al momento de activar la carga, entre otras condiciones mas.

Aparte de observar el comportamiento de las teclas al momento de actuar sobre ellas en cada una de las posibles situaciones, se contaba con una herramienta espía que observaba cada uno de los mensajes que eran enviados por la tecla para así detectar posibles fallos que no eran directamente apreciables al observar el comportamiento de la tecla RF.

Cabe anotar que el protocolo utilizado por las teclas de RF para su comunicación es el protocolo Konnex RF, con lo cual se tuvo que realizar un estudio previo muy general de la forma de envío de los mensajes por medio de este protocolo y de la estructura que tenían estos mensajes, para así poder interpretar que significaban cada uno de los mensajes que detectaba el software espía (Ver anexo A).

Para la detección de posibles fallos dentro de los dispositivos de radiofrecuencia, se tuvo que recrear situaciones con las diferentes funciones de los dispositivos de radiofrecuencia (escenas, enlaces, distancia, potencia, repetidores, etc) que posiblemente dentro del mercado nunca se presentarían, pero que daban una mayor seguridad sobre el grado de funcionalidad del producto y sobre la robustez del software desarrollado.

Una vez terminada cada una de las pruebas se debería desarrollar un informe, describiendo cada uno de los posibles fallos que se han presentado e intentando dar una idea de manera textual de donde se podía presentar el

problema, para que de esta forma fuera más fácil de identificar dentro del software que controla al dispositivo y así poder realizar las modificaciones pertinentes para una posterior nueva prueba del dispositivo de RF.

Cabe anotar que ante las múltiples posibilidades de funcionamiento del dispositivo, estas pruebas eran de gran complejidad y duración; por ello, por cada nueva versión que se obtenía se debía realizar un nuevo conjunto de pruebas para verificar que los errores detectados en la versión anterior del diseño habían sido eliminados y que no se habían originado nuevos errores debido a los cambios realizados dentro del diseño.

Figura 16. Montaje de pruebas en Regulador RF

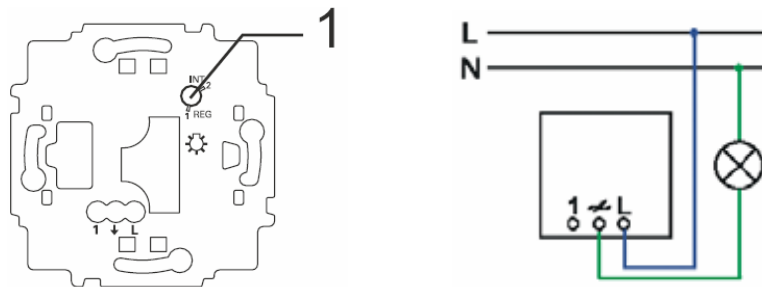


Figura 17. Montaje de pruebas con Interruptor RF

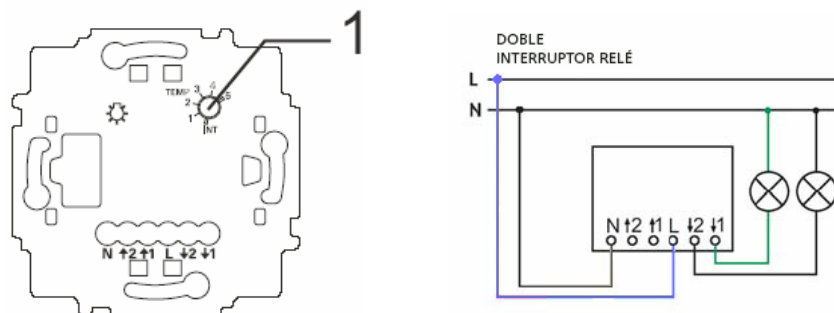
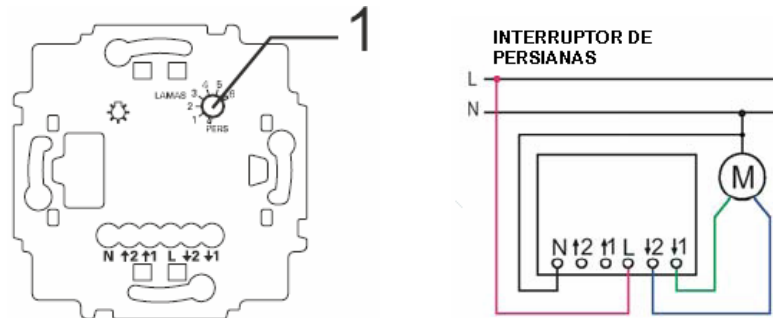


Figura 18. Montaje de pruebas con Interruptor de persianas RF



A continuación se hará una breve descripción de algunas de las pruebas que se realizaron a las teclas RF:

5.9.1 Selección del modo de funcionamiento

Antes de realizar el enlace entre las diferentes teclas de RF, se debe definir el modo de funcionamiento del canal, es decir en que modo la tecla remota va a actuar sobre la tecla actuadora. Hay 3 modos de funcionamiento que son: Interruptor, Regulador y Persianas.

Para la selección del modo de funcionamiento, se debe oprimir el botón de configuración al mismo tiempo que se oprime el canal emisor. (Ver Figura 19).

Figura 19. Selección del modo de funcionamiento



A continuación soltamos el canal emisor y el led asociado a este canal se enciende en verde (modo regulador) por defecto. Si se oprime nuevamente el canal emisor, el led cambiara de color, indicándonos que se ha seleccionado otro modo de funcionamiento (Ver Figura 20). Una vez seleccionado el modo de funcionamiento se debe oprimir nuevamente el botón de configuración para confirmar la selección del modo.

Figura 20. Tabla de colores según el modo seleccionado

Color	Función
Verde	Regulador
Rojo	Persianas
Verde/rojo	Interruptor

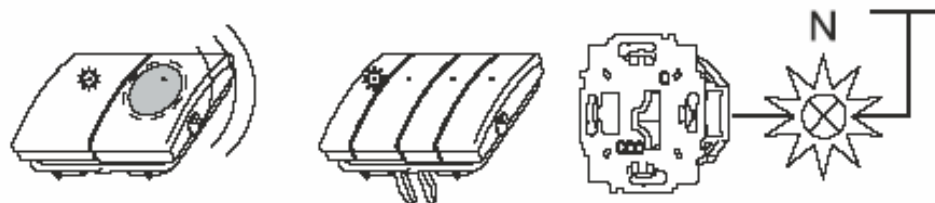
5.9.2 Realizar un enlace entre 2 teclas RF

Este tipo de enlaces se realiza mediante el envío de mensajes RF entre la tecla emisora y la tecla actuadora. Con estos mensajes se consigue que la tecla emisora identifique la tecla actuadora sobre la cual va a actuar y al mismo tiempo que la tecla actuadora identifique que tecla emisora es la que se encuentra actuando sobre ella.

Esta identificación se utiliza para poder mantener una comunicación bidireccional entre las teclas que participan en el enlace y para poder tener una señal de verificación que es visible por el usuario a través del led del canal emisor y canal actuador, los cuales se encienden en verde una vez el enlace ha sido realizado correctamente.

Además esta comunicación bidireccional es utilizada para la verificación del correcto envío de los mensajes necesarios para la realización de cada una de las posibles acciones de configuración y actuación de las teclas de RF, como pueden ser la configuración de enlaces, escenas, reset RF, configuración de repetidores, activación de la carga asociada a un canal actuador, control de escenas, etc. Esta verificación, de la misma forma que puede ser visualizada cuando se realiza un enlace, también puede ser observada a través de los leds para cualquiera de las configuraciones anteriormente mencionadas, teniendo en cuenta que existirá una cierta variación en la forma de parpadeo del led asociado al canal para una perfecta identificación de la acción que se está realizando sobre el canal (Ver figura 21)

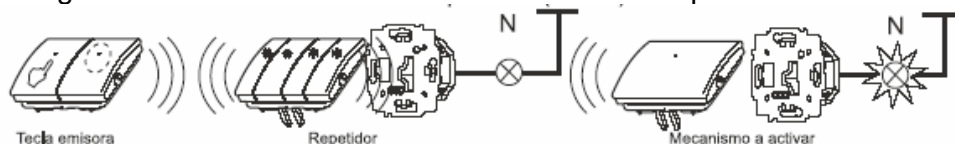
Figura 21. Activación de tecla RF



5.9.3 Configuración de repetidores

Las teclas de RF también tienen la opción de actuar como repetidores al mismo tiempo que pueden activar su carga cuando sobre ella se actué. Esta configuración se utiliza en aplicaciones donde la distancia entre la tecla actuadora y la tecla emisora son superiores a los 100m (30m en entornos cerrados) de distancia, permitiendo que dicha distancia sea superior. Esto se debe a que las teclas que se encuentren con la opción de repetidor activado permiten la retransmisión de mensajes RF para que estos consigan llegar a la tecla actuadora correspondiente (Ver figura 22).

Figura 22. Activación a través de tecla RF con repetidor activado



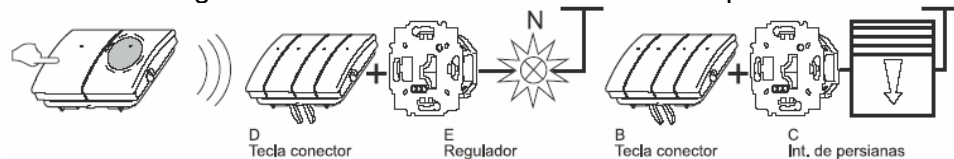
5.9.4 Configuración de escenas

Esta aplicación nos permite configurar la activación de varias cargas de diferentes tipos (regulador, interruptor, persianas) y de diferente forma, es decir se podría encender una carga y al mismo tiempo bajar una persiana y regular la intensidad de una carga a un valor preestablecido.

Para la realización de escenas se debe primero realizar el enlace de los canales actuadores sobre los que se va actuar con la tecla emisora con la que se va a realizar la escena. Una vez realizado el enlace, se debe configurar la escena que se pretende realizar; para ello se debe actuar sobre cada uno de los canales actuadores que van a estar incluidos en la escena y dejarlos en el estado que se desea que se encuentren al momento de entrar en esa escena, como pueden ser activar carga, subir persiana, regular carga a cierto valor, etc. (Ver figura 23)

Cada canal emisor puede configurar 2 escenas, una referida al pulsador superior del canal y la segunda referida al pulsador inferior del canal.

Figura 23. Activación de escena canal superior



5.9.5 Activación de carga a través de sensor acoplado a entrada auxiliar de una tecla RF

Esta prueba consiste en activar una carga (acoplada a un canal actuador) a través de una un canal emisor el cual tiene condicionada su señal de activación a través de la señal recibida por la entrada auxiliar de la tecla de RF a la cual esta acoplado el canal emisor. En este caso se utilizo un sensor detector de movimiento el cual al detectar la presencia de cualquier movimiento, este enviaría una señal de activación a través de la entrada auxiliar hacia el canal emisor permitiendo a este posteriormente enviar una señal de activación vía RF para que la carga se active, indicando la presencia de movimiento en el área cubierta por dicho sensor (Ver figura 23).

Estas pruebas se realizaron con el fin de comprobar la funcionalidad de las fuentes de alimentación que son el cuarto sistema que emplea el sistema RF para la activación de cargas de manera remota; este sistema fue pensado para el acoplamiento de sensores a través de su canal auxiliar, estando así el sistema que indica la detección lo mas cerca al sensor y procurando una mayor cantidad de puntos sobre los cuales dicha señal de detección pueda ser apreciada sin necesidad de aumentar el cableado interno en el lugar de instalación.

Figura 24. Activación remota de carga a través de sensor



5.9.6 Desenlace y Reset en teclas RF

Además de realizar las pruebas de activación de cada una de las funciones que posee el sistema de RF, es también fundamental el desarrollo de ensayos que me permitan verificar la característica de supresión de enlaces, escenas y posiblemente un reset general del canal remoto que nos permita reconfigurar la tecla RF, ya sea para un uso posterior dentro de una aplicación diferente o para solucionar cualquier problema de bloqueo que se pudiera presentar en el funcionamiento de la tecla RF (sistema de respaldo).

5.9.7 Combinación de sistema RF con sistema KNX-EIB

El sistema RF tiene la capacidad de acoplarse a un sistema KNX-EIB (Ver anexo B), que se basa en la comunicación a través del bus. Este acople se realiza a través de la unión de una tecla RF a la BCU del

sistema KNX-EIB; este BCU es el dispositivo que permite conectarse al bus.

Antes de realizar el acople se debe configurar los canales de la tecla RF al modo con el cual se desea que trabajen cada uno de ellos (hasta un máximo de 4 canales por tecla RF). Esta configuración se realiza a través de un software específico de control de los KNX-EIB.

Estos modos de funcionamiento son iguales a los modos que pueden ser configurados en una tecla RF. Los canales que no sean configurados serán interpretados como canales libres que pueden ser configurados posteriormente.

El ensayo consiste en verificar el correcto funcionamiento del acople entre la tecnología KNX-RF y la KNX-EIB, para ello se realizaron pruebas de los diferentes mensajes que pueden ser enviados a través de RF o a través del bus. Este tipo de mensajes pueden ser:

- Un mensaje recibido por la tecla RF acoplada al BCU y que luego sea enviado a través del bus KNX-EIB (Ver figura 25)
- Un mensaje que sea recibido a través del bus KNX-EIB para luego ser transmitido a través de RF (Ver Figura 25).
- Una pulsación sobre la tecla RF que se encuentra acoplada a la BCU, genera una transmisión de un mensaje a través de RF y una transmisión de un mensaje a través del bus KNX-EIB (Ver figura 26).

Figura 25. Envío y recepción de mensajes vía RF o vía bus KNX-EIB

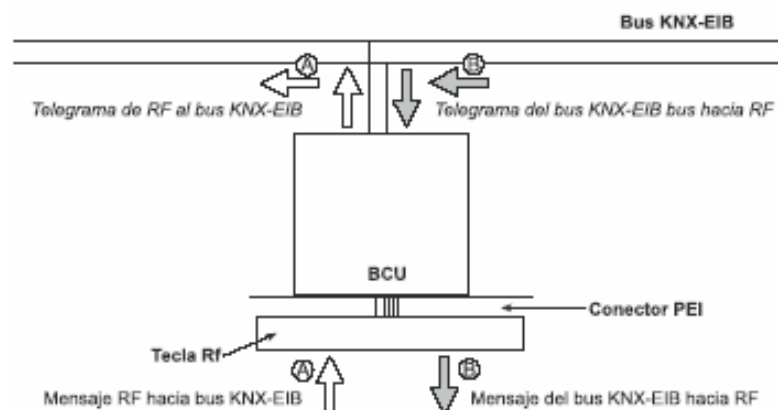
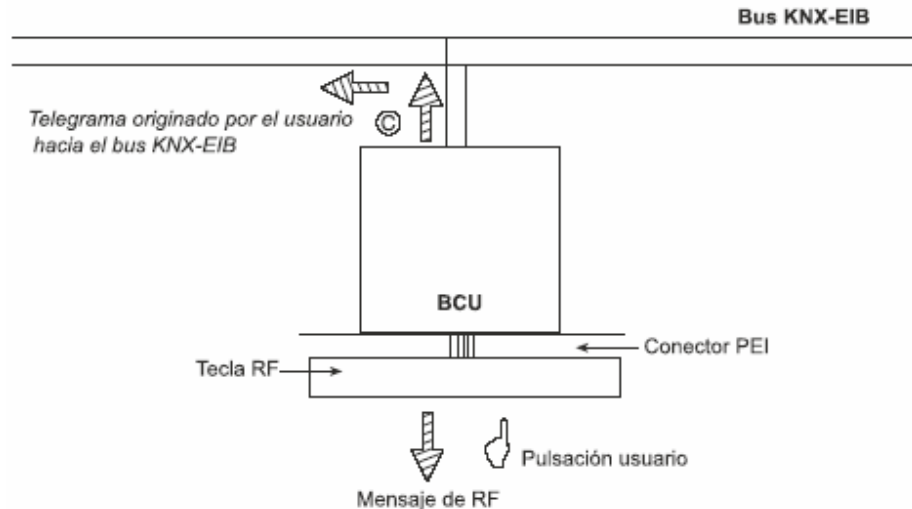


Figura 26. Envío de mensajes RF al bus KNX-EIB cuando se acciona localmente la tecla RF



5.10 APRENDER A MANEJAR EL SOFTWARE PCAD.

Continuando con el estudio al software PCAD, se pasa ahora a profundizar en el manejo de algunas de sus herramientas principales como son la herramienta PCB, la cual permite elaborar el diseño del circuito impreso, la herramienta del esquemático, la cual proporciona las funciones necesarias para la elaboración del diagrama circuital y su posterior simulación y por ultimo la herramienta de creación de componentes, la cual esta orientada como su nombre lo indica, hacia la creación de componentes y posteriormente a la formación de un librería que este orientada hacia la aplicación que se este desarrollando.

Otro punto en el que se trabajo dentro del manejo de la herramienta PCAD, fue en la importación de archivos de programas como IDEAS o PROE, los cuales son utilizados en el diseño mecánico de los dispositivos.

Aprovechando las herramientas que presentan estos software de diseño mecánico al momento de realizar dibujos en 2 o 3 dimensiones y de obtener todas y cada una de las diferentes dimensiones que componen el diseño, se opto por acceder a dichos esquemas directamente desde estas herramientas para evitar posibles errores y reducir el tiempo de desarrollo de los esquemas electrónicos.

Además de las facilidades enunciadas anteriormente sobre el uso de estos esquemas, también se debe tener en cuenta que cualquier posible modificación realizada en el diseño mecánico, puede influir sobre el espacio con el que se cuenta para el diseño electrónico y que estos cambios pueden ser solucionados de una manera más rápida con la importación de los archivos que hayan sido modificados.

Otro punto sobre el que se trabajó dentro del manejo de la herramienta PCAD, fue el relacionado con la generación de los archivos gerber y taladros (NC Drills), los cuales son necesarios al momento de la fabricación del circuito electrónico, ya que son los archivos que contienen la información sobre la posición y características de cada uno de los componentes, las conexiones realizadas entre cada uno de ellos y las diferentes caras que posee el circuito que se va a elaborar.

Dentro de los pasos para aprender a manejar el software de PCAD se identificaron un grupo de reglas establecidas por los fabricantes de PCB (Ver anexo C) todas ellas relacionadas con las diferentes distancias y proporciones que deben tener los componentes y serigrafía presente en el diseño circuital. Además de estas reglas de diseño, se trabajó con algunos puntos de la norma UNE-EN 60669-1:2002, que especificaban algunas medidas mínimas de aislamiento (Ver Anexo D).

Una vez finalizado la etapa de aprendizaje se procedió a elaborar un tutorial en español sobre algunos pasos fundamentales a la hora de utilizar el software PCAD, tanto para la creación de dispositivos, creación del esquemático y para el diseño de PCB. Se intentó que este tutorial sea lo más sencillo posible; por ello su realización se orientó de una manera más gráfica, para que así el usuario se familiarizara con el entorno del software de una manera más rápida. (Ver Anexo E).

5.11 ASISTENCIA DENTRO DEL SOPORTE TÉCNICO A LOS DISPOSITIVOS RF

Debido al lanzamiento de un nuevo dispositivo conocido como sistema RF, se realizó un conjunto de pruebas a estos dispositivos para comprobar su correcto funcionamiento. Por ello para un mejor seguimiento de las diferentes pruebas que se debían realizar, se elaboró un documento donde se mostraban cada una de las acciones que se podían realizar con cada uno de los dispositivos que conforman el sistema RF.

Además con el desarrollo de las pruebas a un primer prototipo funcional, se tomaron todos los fallos que se iban presentando, para posteriormente poder evaluar dichos fallos y comprobar que en las siguientes versiones del software del sistema RF, estos fallos habían sido solucionados.

Este conjunto de fallos nos sirvió para elaborar una lista con posibles pruebas claves en las que se debía enfatizar, para utilizarlas dentro de una posterior comprobación en teclas que ya estuvieran preparadas para salir al mercado.

Dentro del soporte técnico que se prestó para el desarrollo final de este dispositivo, se intenta buscar cualquier tipo de error presente en los mismos, ya sea de comunicación entre dispositivos, señalización, repetición de mensajes, alcance máximo de manejo; comprobando cual sería la configuración o situación que haría que dicho error se presentase.

Para la comprobación de dichos errores se contaba con la ayuda de un software específico para esta aplicación que ayudaba a captar las tramas enviadas por cada uno de los dispositivos que componen el sistema RF.

Además del software para la captación de tramas RF; dentro del soporte técnico también se utilizó el osciloscopio, el cual nos permitió obtener las señales de alimentación con las que trabajaba el sistema RF, para poder conocer posibles problemas ante cualquier fallo en la alimentación y que pudieran ocasionar pérdida de información a este sistema; por ello se debía interpretar cuales eran los posibles instantes de tiempo en los cuales la tecla no podía responder si ocurría alguna caída de tensión, para así poder informar de posibles fallos en el tiempo de encendido de la tecla de RF y que pudieran coincidir con la carga de información en la tecla que hicieran que esta pudiera fallar.

Ante los diferentes problemas que se fueron presentando en las pruebas desarrolladas con el nuevo dispositivo, se realizaron una serie de informes que sirvieron de apoyo para identificar fallos en el software; los cuales posteriormente fueron detectados a nivel ya fuera hardware o software y solucionados, para así poder obtener una versión fiable y robusta, la cual debería de estar preparada para salir al mercado.

Cabe anotar, que ante cada nueva versión del software, se debería realizar una serie de pruebas que verificaran que los errores encontrados anteriormente habían sido solucionados y que por el cambio realizado al software no se había generado un nuevo error que perjudicara el funcionamiento del dispositivo.

5.12 PRUEBAS DE TEMPERATURA PARA EL DISEÑO DE LA LAMPARITA DE BAJO CONSUMO.

Se realizo un conjunto de pruebas al diseño de la lamparita de bajo consumo, para verificar la cantidad de corriente que circulaba por el circuito; además se observo de una manera cualitativa la cantidad de temperatura que podía alcanzar las resistencias que están dentro del diseño. Para poder obtener este valor de la manera mas exacta, se tuvo que prever que el montaje fuera lo más hermético posible, para que nos permitiera detectar cual era la temperatura real que alcanzaba las resistencias de la lamparita de led, ya que eran los dispositivos internos que mas potencia disipaban dentro del diseño; para ello se necesito una carcasa que lograra encerrar la lamparita de led y un termómetro digital con su respectivo termopar para la correspondiente medición.

Una vez elaborado el montaje, se realizo un estudio de la temperatura alcanzada por dichas resistencias; para el caso en el que la lamparita no tuviera ninguna carga conectada, ya que con estas condiciones era cuando sobre el circuito de la lamparita circulaba mayor cantidad de corriente.

Una vez obtenidos los datos, se compararon con los proporcionados por el fabricante, para verificar que se encontraban dentro de los límites especificados y así verificar que no pudiera existir ningún tipo de comportamiento indeseado dentro del funcionamiento normal de la lamparita.

5.13 DESARROLLO DE PRUEBAS A UN DISPOSITIVO DETECTOR DE MOVIMIENTO.

Primero se realizo un estudio sobre el modo de funcionamiento del detector de movimiento, para poder comprender como realizaba el proceso de detección; mas adelante se realizo el montaje de este dispositivo para observar como en realidad era su comportamiento.

Posteriormente se probaron las diferentes funciones que posee el dispositivo, variando la sensibilidad, cambiando de modo nocturno a diurno e intentando verificar si la carcasa en la que se encontraba empotrado hacía que este perdiera sensibilidad o influyera de algún modo en el funcionamiento, ya sea limitando su ángulo de detección, la sensibilidad del sensor.

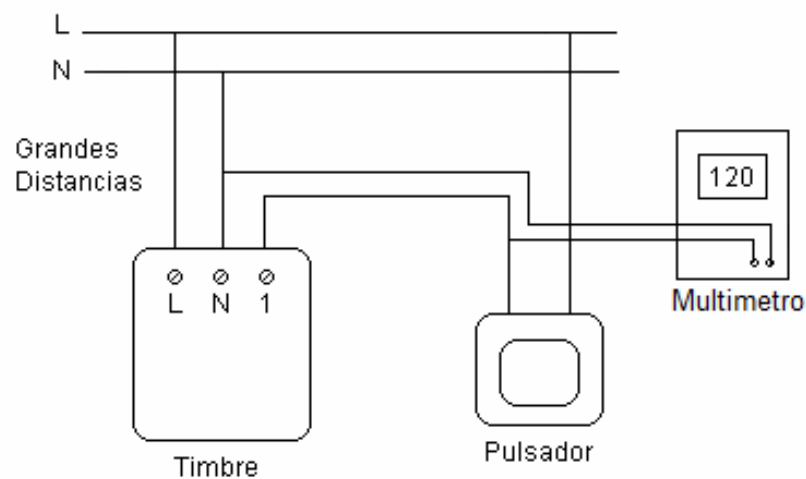
Además se debía detectar posibles errores presentes dentro del funcionamiento del dispositivo, para luego poder informar sobre estos y sus posibles causas.

5.14 DESARROLLO DE PRUEBAS A UN TIPO DE TIMBRE.

Se realizaron un conjunto de pruebas a dos tipos de timbre a los cuales se les había realizado ciertos cambios, tanto en el software como en el hardware respectivamente. Se debía probar que el dispositivo funcionara correctamente y que no se encendiera debido a posibles tensiones inducidas a través de los cables de la instalación a los cuales estuviera conectado.

Para ello, se realizó una simulación de una instalación real, logrando inducir cierta tensión entre los bornes del dispositivo (gracias a la tensión que se induce entre los mismos cables), hasta lograr conseguir un valor considerable y observar el correcto funcionamiento de dicho dispositivo ante la presencia de estos valores de tensión. Para el desarrollo de estas pruebas se necesitó de la ayuda de un multímetro para poder conocer la cantidad de tensión inducida entre los bornes del timbre (Ver figura 27).

Figura 27. Montaje del ensayo del timbre

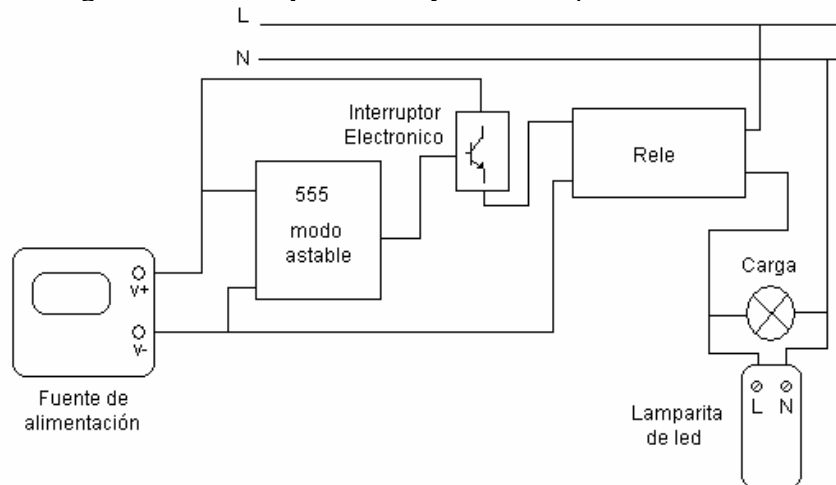


5.15 REALIZACIÓN DE ENSAYOS DEL PROTOTIPO DE LAMPARITA DE LED.

Se realizaron un conjunto de pruebas a este dispositivo para identificar cual era la temperatura de trabajo en situaciones normales de funcionamiento, la cual debería estar dentro de los rangos que estipula la normativa UNE-EN 60669 (Ver anexo D), para ello se realizo esta prueba dentro del encapsulado que se utilizaría en el mercado y se tomo la temperatura después de cierto tiempo de funcionamiento con la ayuda de un medidor de temperatura con sus respectivos termopares; se trato que dichas termopares estuvieran lo mas cerca de los dispositivos para poder obtener un resultado fiable de la temperatura alcanzada por los dispositivos.

Otro punto importante dentro del desarrollo de las pruebas, fue la realización de varios ciclos de funcionamiento del dispositivo con diferentes cargas, desde halógenas, fluorescentes hasta cargas únicamente capacitivas, para las cuales se tuvo que diseñar un dispositivo que nos permitiera trabajar con relés de potencia (15V) para la activación y desactivación de la carga de una manera continua. Para ello se empleo un 555 en configuración astable, alimentado por a través de una fuente de alimentación de 15Vcc, el cual activa y desactiva un transistor, este transistor (corte/saturación) es empleado a su vez para poder alimentar o no a la bobina de un relé. Al lograrse la activación de la bobina del relé se consigue que la carga se active y al mismo tiempo que la lamparita de led se desactive (Ver figura 28). La frecuencia de encendido y apagado depende de la frecuencia establecida en el 555.

Figura 28. Montaje de ensayo con lamparita de led



5.16 BÚSQUEDA DE NUEVA REFERENCIAS DE LEDS QUE SE ADECUARAN A LAS ESPECIFICACIONES DEL PILOTO DE BALIZADO.

Se realizo una nueva búsqueda de leds debido a que los anteriores que se habían destinado para este proyecto fueron rechazados debido a su coste, por ello se tomo como referencia el nivel de candelas proporcionado por el led anteriormente escogido para realizar una nueva búsqueda, la cual debía adecuarse a las especificaciones no solo del numero de candelas, sino además a las especificaciones de tamaño, color, precio, pero sobre todo y lo mas importante es que el led presentara un buen comportamiento ante bajas corrientes, ya que el circuito sobre el cual se va a emplear, trabaja con corrientes del orden de 1 a 2 mA.

Para poder identificar cuáles eran los que presentaban mejor comportamiento ante baja corriente, se realizo un estudio de las diferentes curvas que proporcionan los fabricantes sobre el funcionamiento de los respectivos leds. Debido a que la mayoría de fabricantes no manejan curvas a valores tan pequeños de corriente se intento utilizar dichas curvas y extrapolarlas para tratar de conseguir un valor aproximado de cuantas candelas se conseguiría con dicho led.

Al final se escogieron varias opciones de leds que se acercaban al valor aproximado de luxes que se exigía; para comprobar que en realidad estos leds si funcionaban correctamente, se realizo un pedido de los leds seleccionados y posteriormente se llevo a cabo el montaje de cada uno de los leds en el circuito del piloto de balizado para desarrollar una prueba dentro de un espacio que simulara el ambiente de trabajo del dispositivo y con la ayuda de un luxometro análogo, se midió la cantidad de luxes que alcanzaba a emitir el led a una distancia de 1 metro, según lo estipula la normativa NEP.

6. APORTES AL CONOCIMIENTO

- Se comprendió el comportamiento general del dimmer y los posibles problemas que se pueden presentar ante su interacción con cargas capacitivas e inductivas. Además se recordó el modo de funcionamiento del triac y del diac, posibles implementaciones de estos dispositivos y formas de evitar los problemas que se presentan al momento de trabajar con estos y que pueden deteriorar su funcionamiento como son las grandes variaciones de tensión y de corriente.
- Se esclareció la importancia que tienen los dispositivos de protección dentro de un dispositivo que se encuentre conectado a la red eléctrica ya que no solo evita posibles corto circuito sino que previene de posibles daños a otros dispositivos que estén conectados a esta misma red.
- Se aprendió a manejar un nuevo software de simulación y de diseño de PCB, el cual permite el envío de toda la información que necesita la maquina para su posterior elaboración.
- Se aprendió la importancia que tienen los sistemas de protección dentro de un dispositivo, ya que me permiten evitar muchos problemas ante posible fallo de los dispositivos internos, que me provocaría posibles daños en la red o en los equipos que estén conectados a ella.
- Se aprendió la importancia de saber dimensionar cada uno de los dispositivos que hacen parte de un diseño teniendo en cuenta no solo su aspecto externo sino interno, dentro del cual cabe destacar el comportamiento ante diferentes temperaturas con las que puede ser que el dispositivo pueda convivir en el momento de entrar en funcionamiento. Además se debe tener en cuenta otros factores dentro del diseño como lo es el coste que tiene cada uno de los dispositivos con respecto al diseño en general, ya que el coste de ciertos dispositivos puede influir en

la aceptación o no de dicho dispositivo o hasta de la totalidad del diseño.

- Se comprendió la importancia de la labor de documentación dentro del proceso de desarrollo de pruebas a dispositivos en fase de diseño, ya que dichos pasos servirán para posteriores pruebas ante posibles desperfectos que se presenten en el desarrollo del dispositivo. Además dichos documentos nos permiten llevar de una forma más clara cada uno de los acontecimientos que se presentaron en el desarrollo de un dispositivo para comprender de una manera más fácil las posibles soluciones que se le dieron a ciertos errores.
- Se observaron posibles inconvenientes que se pueden presentar dentro de una instalación eléctrica de un hogar, debido a malas instalaciones o a problemas muy comunes como son las tensiones inducidas entre los cables de toda una instalación. Dichos inconvenientes, al tener conocimiento de su existencia es importante tenerlos en cuenta, porque aunque parezcan de poca importancia pueden llegar a afectar el funcionamiento de nuestros dispositivos al omitirse en el momento del desarrollo del mismo. Por esto al desarrollar un dispositivo se deben tener en cuenta todos los posibles problemas que puedan enfrentar al momento de llegar a una instalación y además se debe prever todas las posibles aplicaciones que el usuario pueda dar uso de este que puedan influir con el funcionamiento normal del mismo.
- Se comprendió el funcionamiento de los dispositivos RF, como realiza la comunicación entre dispositivos, que tipo de mensajes manejan, como es su forma de operación interna, que influencias positivas y negativas presenta el sistema ante la presencia de repetidores.

7. CONCLUSIONES

- Se identificó la importancia del uso de las herramientas de diseño de PCB dentro del diseño y adaptación de los circuitos impresos a las especificaciones tanto físicas y eléctricas que este requiera.
- Se aprendieron a manejar algunas de las normativas existentes en lo que respecta al diseño de circuitos eléctricos y su importancia dentro del desarrollo de los mismos.
- Se comprobó el valor del benchmarking como una herramienta que nos sirve como punto de partida en el desarrollo de cualquier proyecto.
- Se profundizó un poco más sobre el funcionamiento de ciertos dispositivos como el diac y el triac y sus posibles aplicaciones y problemas que se pueden presentar al trabajar con ellos.
- Se analizó con mayor profundidad la comunicación por RF, el modo de transmisión de la señal, sus nuevas y múltiples aplicaciones dentro del mundo de la domótica y sus principales problemas al momento de trabajar con ella.
- Se comprendió la importancia de elaborar y seguir paso a paso un orden de ejecución de actividades al momento de desarrollar un proyecto, ya sea de pequeña o de gran envergadura.
- Se aprendió a elaborar informes de la manera más concisa posible, indicando en pocas palabras el problema que se presenta, o a las conclusiones a que se ha llegado, para hacer del mismo un documento práctico.
- Se comprendió la forma de llevar a cabo el desarrollo de una prueba de funcionamiento de un producto cualquiera que sea, tratando siempre de llevar un orden al momento de desarrollar los ensayos y sobre todo teniendo muy en cuenta la teoría de funcionamiento del dispositivo la cual puede dar pistas de posibles fallos del mismo.

BIBLIOGRAFIA

Muhammad H, Rashid. Electrónica de Potencia. (2ª edición). México: Editorial: Prentice-Hall, 1993.

Hart W, Daniel. Electrónica de Potencia. Editorial: Prentice-Hall, 2001.

Montero, Jose. Competitividad e Innovación en la Empresa. Libro de Texto TECNUN. 2003.

UNE-EN 60669-1-2002. Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domesticas y analógicas. Parte1: Requisitos generales. AENOR.

Weinzierl Thomas. KNX-RF A new standard for wireless networks within buildings. [Sitio en Internet] Weinzierl Engineering GmbH. Disponible en http://www.weinzierl.de/download/KnxRf_WirelessConf_2006_10_18.pdf.

Asea Brown Boverly. Monográfico Niessen RF. [Sitio en Internet] ABB Spain. Disponible en <http://www.abb.es/product/es/9AAC124522.aspx>.

Konnex Association. KNX-EIB. [Sitio en Internet] Domoarch. Disponible en <http://www.domoarch.com/content/view/27/50/>.

2CI - Circuitos Impresos. Normas de diseño – Clases de dificultad. [Sitio en Internet] 2CI – Circuitos Impresos. Disponible en <http://www.2cisa.com/es/pdf/clases.pdf>.

<http://es.wikipedia.org>

ANEXO A

KNX RF (KONNEX RADIO FRECUENCY)

1.1 ÁREA DE APLICACIÓN

Es una extensión de la tecnología KNX EIB; su campo de aplicación se encuentra relacionado con diferentes tipos de sistemas electrónicos como pueden ser calefacciones, controladores de luz, interruptores; es decir diferentes dispositivos electrónicos que se pueden encontrar en edificios, casas, etc.

Es usado para realizar el envío de información vía wireless entre los diferentes dispositivos electrónicos que se encuentren dentro de las edificaciones y que se encuentren adaptados a esta tecnología. La configuración que se realiza sobre los dispositivos que utiliza la tecnología Konnex RF no necesita ningún tipo de PC, ya que se realiza directamente en el dispositivo y en el lugar de instalación.

1.2 ESTRUCTURA DE DIRECCIONAMIENTO

Su estructura de direccionamiento esta basada de la misma forma como se realiza con el par trenzado (comunicación por bus); es decir posee una dirección individual normalmente usada para la configuración de la comunicación y una serie de direcciones de grupo las cuales son utilizadas para controlar el tiempo de ejecución de las comunicaciones RF. Cada una de estas direcciones tiene un tamaño de 2 bytes.

Al ser RF un medio abierto, posee unas direcciones de dominio (6bytes) que son programables. Estas direcciones de dominio cumplen la función de identificar cada una de las instalaciones que existan, para así evitar posibles interferencias con instalaciones vecinas.

La tecnología de RF solo necesita configurar el dispositivo receptor para poder lograr una perfecta conexión entre el dispositivo receptor y el emisor. Esto es

debido a que utiliza un nuevo grupo de información que contiene el número de serie del emisor y que junto con las direcciones de grupo forman la nueva dirección de grupo conocida como dirección de grupo extendida. Estas nuevas direcciones de grupo siguen cumpliendo la misma función de controlar el tiempo de ejecución de las comunicaciones, pero ahora además permiten que dispositivos unidireccionales que no pueden ser programados y que por esto no pueden recibir la dirección de dominio, puedan participar dentro de la configuración de una instalación, ya que pueden ser identificados por el número de serie del emisor y así evitar posibles problemas de interferencia.

1.3 CAPA FÍSICA

La capa física de la tecnología KNX-RF esta especificada dentro las regulaciones para dispositivo de corto alcance, las cuales son:

- Frecuencia Central : 868.3 MHz
- Desviación FSK : +50 KHz
- Potencia de transmisión : 1 – 25 mW
- Duty cycle : 1%
- Modulación : FSK
- Codificación : Manchester
- Velocidad del chip : 32.768 cps

El medio de transmisión de la tecnología KNX-RF es muy confiable, muy por encima de las frecuencias habitualmente usadas (433 MHz) y de las nuevas frecuencias de transmisión (2,4 GHz), ya que presenta menos ruido y mejor comportamiento de las transmisiones de información dentro de edificaciones.

ANEXO B

KNX EIB (Konnex European Installation Bus)

Es un producto estándar utilizado en la automatización de viviendas y edificios. Al ser KNX una tecnología estándar es de gran importancia, ya que es una tecnología que es utilizada por gran cantidad de fabricantes que desarrollan dispositivos que son compatibles entre si.

Por lo general se utiliza el par trenzado de dos hilos como medio físico para realizar la transmisión de señales entre los diferentes dispositivos conectados al bus. Este par de hilos se conoce comúnmente como cable bus y se encuentra alimentado a 24 Vcc, su función principal es la de conectar todos los actuadores, sensores y elementos del sistema entre si.

Cada elemento dentro del sistema KNX-EIB dispone de una dirección física que ayuda a cada uno de estos elementos a identificarse dentro del sistema. Además de las direcciones físicas, el sistema posee unas direcciones de grupo a través de las cuales se envía la información para así poder operar cada uno de los dispositivos conectados al bus.

KNX-EIB es un sistema muy versátil, ya que es capaz de adaptarse al tamaño de cualquier instalación. Esto debido a que posee una estructura jerarquizada en líneas y áreas, que permite que dentro de una instalación puedan llegar a formar de ella hasta 64000 dispositivos.

Además se caracteriza porque es un protocolo descentralizado, es decir que cada elemento del sistema sabe como debe actuar ante la información que esta siendo enviada por el bus y además conoce que elementos debe utilizar para poderse comunicarse. Con esta característica de descentralización el sistema puede responder ante el fallo de uno de sus elementos sin ningún problema, ya que este fallo no afectara al funcionamiento del resto de la instalación.

ANEXO C

REGLAS PARA EL DISEÑO DE PCB



CLASES DE DIFICULTAD

	CLASE 3		CLASE 4		CLASE 5		
	mm.	mils	mm.	mils	mm.	mils	
Ancho de pistas	0,3	12	0,2	8	0,15	6	
Separación entre pistas o pads	0,3	12	0,2	8	0,15	6	
Diámetro mínimo de taladro metalizado	0,5	20	0,4	16	0,3	12	
Pared mínima de la corona	0,22	8,6	0,2	8	0,18	7	
Separación mínima entre máscara y pad de cobre	0,15	6	0,12	4,7	0,12	4,7	
Separación mínima entre pistas y canto (para el fresado)	0,25	10	0,25	10	0,25	10	
Grueso mínimo marcaje de componentes	0,2	8	0,2	8	0,2	8	
Tolerancia del fresado	0,15	6	0,15	6	0,15	6	
Separación mínima entre pistas y canto (para el scoring)	0,5	20	0,5	20	0,5	20	
Tolerancia posición scoring	0,1	4	0,1	4	0,1	4	
Tolerancia scoring en zona sin cortar	0,1	4	0,1	4	0,1	4	
Pared mínima entre taladros metalizados	0,4	16	0,4	16	0,4	16	
Corona mínima de taladro NO metalizado	0,25	10	0,25	10	0,25	10	
Tolerancia diámetro metalizado	0,1	4	0,1	4	0,1	4	
Tolerancia diámetro NO metalizado	0,05	2	0,05	2	0,05	2	
Trazado mínimo de la máscara fotosensible	0,2	8	0,2	8	0,2	8	

ANEXO D

UNE-EN 60669-1:2002

PUNTOS BÁSICOS

Esta parte de la normativa se aplica a los interruptores, de mando manual para uso general en corriente alterna, de tensión asignada no superior a 440 V y corriente asignada no superior a 63 A. Esta destinada a instalaciones eléctricas fijas, domesticas y análogas, tanto en interiores o exteriores. A continuación se nombraran algunos de los puntos más representativos de la normativa como son:

- Los interruptores y las cajas deben diseñarse y construirse de manera que, en uso normal, su funcionamiento sea seguro y que no presente ningún peligro para el usuario o para su entorno.
- Nos habla de las generalidades en los ensayos y en las características asignadas.
- Clasificación de los interruptores según:
 - Las conexiones posibles
 - Según la abertura de los contactos
 - Según el grado de protección contra los choques eléctricos
 - Según el grado de protección contra la penetración perjudicial del agua
 - Según el modo de mando del interruptor
 - Según el método de montaje del interruptor
 - Según el método de instalación
 - Según el tipo de borne
- Nos indica la asignación del número de polos según la corriente asignada al equipo.
- Marcas e indicaciones, esto es; se deberá indicar la corriente asignada en Amperios (A) o la corriente asignada para lámparas fluorescentes en Amperios (AX), o su respectiva combinación, etc.
- Protección contra los choques eléctricos; los interruptores deben diseñarse de forma que, cuando estén instalados y equipados con sus conductores como en uso normal, las partes activas no sean accesibles,

incluso después de retirar las partes que puedan accederse sin la ayuda de un útil.

- Disposiciones para la puesta a tierra; nos indica que las partes metálicas accesibles que sean susceptibles de quedar con tensión por un fallo de aislamiento, deben estar provistas de un borne de tierra o estar conectadas de forma permanente y segura a dicho borne.
- Bornes. Para esta sección nos indica que los interruptores deben estar equipados con bornes de tornillo o con bornes sin tornillo y se deberá utilizar un embornamiento de los conductores de cobre correspondiente. También nos indica el valor del par correspondiente en el borne.
- Requisitos constructivos, referentes a que los revestimientos aislantes y partes análogas, deben tener una resistencia mecánica suficiente y estar fijadas de manera segura, etc.
- Resistencia al envejecimiento, a la penetración perjudicial de agua y a la humedad.
- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica
- Calentamiento, los diseños deberán ser diseñados para ciertos niveles de temperatura.
- Capacidad de cierre y de corte
- Funcionamiento normal, los interruptores deben soportar, sin desgaste excesivo o cualquier otro efecto perjudicial, los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos a que están sometidos en su uso normal.
- Resistencia Mecánica.
- Resistencia al calor
- Tornillos, partes conductoras de la corriente y conexiones
- Líneas de fuga, distancia de aislamiento en el aire y distancias a través del material de relleno
- Resistencia del material aislante al calor anormal, al fuego y a las corrientes superficiales
- Resistencia a la oxidación
- Requisitos de compatibilidad electromagnética

ANEXO E

TUTORIALES PCAD

En el siguiente tutorial se darán a conocer algunos de los pasos básicos para aprender a manejar el software PCAD, junto con sus principales herramientas de diseño (Esquemático, PCB), que nos permiten la elaboración de circuitos impresos.

Además se proporcionarán unas pautas para el diseño de componentes y se facilitarán algunas indicaciones que servirán en el instante de realizar las conexiones de cada uno de los dispositivos, ya sea al momento de realizar el esquemático o el PCB. Para finalizar con este tutorial se conocerá la forma de importar archivos DXF que nos pueden facilitar la elaboración del contorno del circuito impreso.

1. CREACION DE COMPONENTES:

PCAD posee una herramienta denominada Library Executive, la cual nos permite diseñar nuestros propios componentes, dándonos la facilidad de incorporar cualquier tipo de dispositivo que sea necesario dentro el diseño que se vaya a realizar.

Para poder acceder a esta herramienta hay varias formas, que son las siguientes:

- **Menú inicio ----- Programas ----- PCAD2006 ----- Library Executive**
- Si se encuentra en cualquiera de las herramientas del PCAD, ya sea PCB o el esquemático puede dirigirse a la barra de tareas y entrar en la opción **Utils ----- PCAD Library Executive...**

Antes de empezar con la creación de componentes usted debe saber que un componente posee un símbolo (el que usa la herramienta del esquemático) y un pattern (el que usa la herramienta del PCB). Por ello al momento de realizar la creación de un nuevo componente se debe crear tanto su símbolo como su pattern para posteriormente relacionarlos a un mismo componente final.

Otro punto importante que hay que tener en cuenta al momento de crear un componente es si se desea guardar este componente o el grupo de componentes que vaya a generar para su diseño dentro de una librería nueva o en una de las ya existentes.

Si se desea generar una librería nueva, dentro de la herramienta Library Executive, en la barra de tareas se debe oprimir el botón **Library ----- New**, a continuación aparecerá una ventana de exploración donde se escogerá el nombre y el lugar donde desea guardar la librería, una vez realizada esta operación, se pulsa el botón **Save**, dando por finalizada la creación de la librería.

Nota: Es importante que cuando se cree tanto el símbolo como el pattern, estos se guarden en la misma librería ya sea en una nueva o una librería ya existente.

Una vez realizados los pasos preliminares podemos dar inicio a la creación del símbolo:

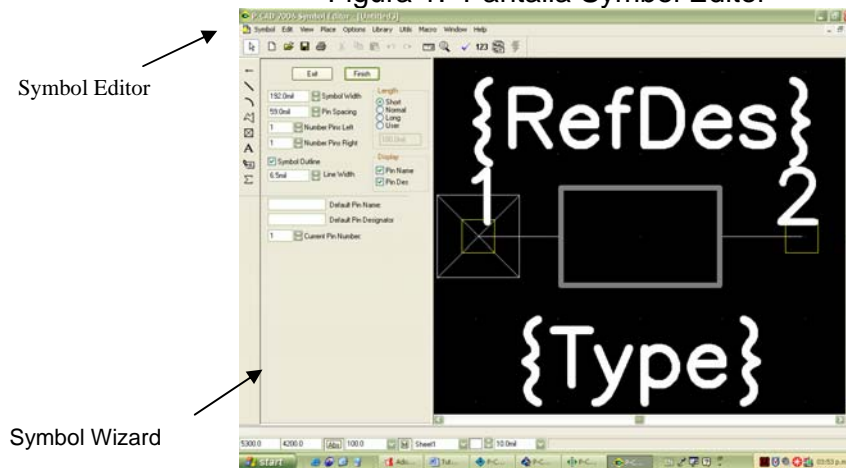
1.1 CREACIÓN DEL SÍMBOLO

Una vez dentro de la herramienta Library Executive, en la barra de tareas oprimir en la opción **Symbol**. Aquí tendremos 2 opciones **New** (crear nuevo símbolo) o **Open** para utilizar símbolo ya existente y tomarlo como símbolo para nuestro nuevo componente.

1.1.1 New

Si oprimimos en la opción New se abrirá una nueva ventana llamada **Symbol Editor** (Editor de Símbolos), y al mismo tiempo dentro de esta pantalla se cargará automáticamente el **Symbol Wizard** (Ver figura 1).

Figura 1. Pantalla Symbol Editor



(Si por algún caso la ventana del Symbol Wizard no se abriera de manera automática; existe otra opción para acceder a ella, la cual sería oprimiendo el botón **Symbol** ----- **Symbol Wizard**).

Con este ayudante (Symbol Wizard) podemos editar diversas partes de nuestro símbolo como son; el ancho de las líneas (Line With), el ancho del símbolo (Symbol With), espacio entre pines (Pin Spacing), el numero de pines a ambos lados de manera independiente (Number Pins Left/Right), longitud de los pines del dispositivo y otras opciones mas.

Una vez se ha terminado con la edición del símbolo podemos oprimir el botón **Finish** para salir del Symbol Wizard y así regresar nuevamente a la pantalla del Symbol Editor. En esta pantalla se podrá terminar de editar tu símbolo con las diferentes herramientas que ofrece esta herramienta como son las herramientas de Place Pin, Place Line, Place Arc, Place Referente Point, Place Text, etc. Que como sus nombres lo indican sirven para añadir líneas, puntos de referencia, arcos, texto, etc. Estas herramientas solo se enunciaran ya que su funcionamiento es bastante intuitivo.

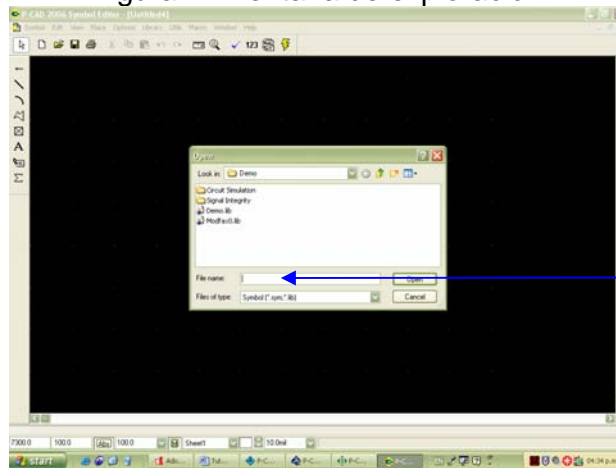
Al concluir con las modificaciones del símbolo, se debe ir a la opción **Symbol** de la barra de tareas ----- **Save As** y guardar el nuevo símbolo en la librería que se ha creado para el diseño. Una vez guardado el símbolo podemos dar paso a la creación del pattern.

Nota: Hay que recordar que al momento de editar el símbolo es aconsejable hacer uso de las grillas (grids) que nos permiten una mejor movilidad dentro del espacio de trabajo.

1.1.2 Open

Si optamos por la opción de Open, inmediatamente se nos abrirá el Symbol Editor y aparecerá una ventana de exploración, donde podremos ubicar la librería de la cual queremos tomar el símbolo (Ver figura 2)

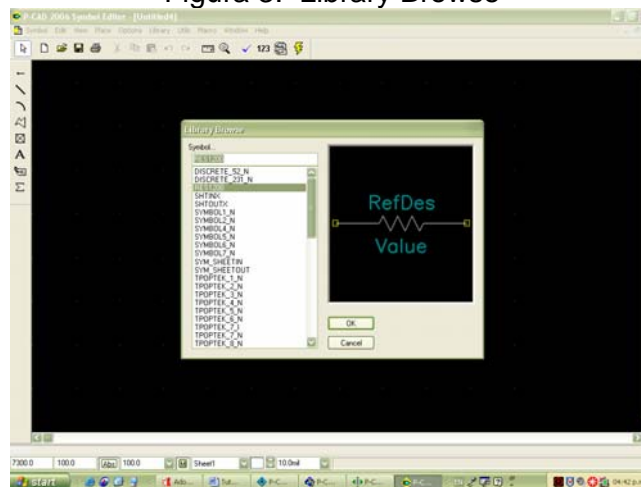
Figura 2. Ventana de exploración



Ventana de exploración

Al escoger la librería de la que se desea tomar el símbolo, se oprime el botón **Open**, a continuación aparece una nueva ventana llamada **Library Browse** (Ver figura 3), donde se podrá escoger el símbolo que se desee, para tomarlo como referencia para nuestro nuevo símbolo.

Figura 3. Library Browse



Una vez escogido el componente se debe pulsar el botón **OK**, lo que nos conducirá nuevamente a la pantalla del Symbol Editor con el símbolo que hemos escogido cargado en la pantalla. Si se desea se pueden realizar algunas modificaciones al símbolo con las herramientas que nos ofrece el Symbol Editor y que ya han sido nombradas anteriormente.

Una vez realizadas las modificaciones se debe ir al botón **Symbol ----- Save As** y guardar el nuevo símbolo en la librería que se ha creado para el diseño. Una vez guardado el símbolo podremos salir de Symbol Editor y volver a la pantalla del Library Executive.

Nota: Existen otras opciones dentro del Symbol Editor que no se explicaran ahora porque no son necesarias para una edición básica de un símbolo o porque son similares a opciones que serán explicadas posteriormente dentro de otras herramientas del software PCAD. Además se debe indicar que la parte mas importante del componente al momento de realizar un circuito impreso será el Pattern; por ello es mucho mas fácil tomar algún símbolo de un componente similar al que se vaya a elaborar y no dedicar mucho tiempo en la elaboración del símbolo ya que este solo nos servirá de guía en la elaboración del esquemático.

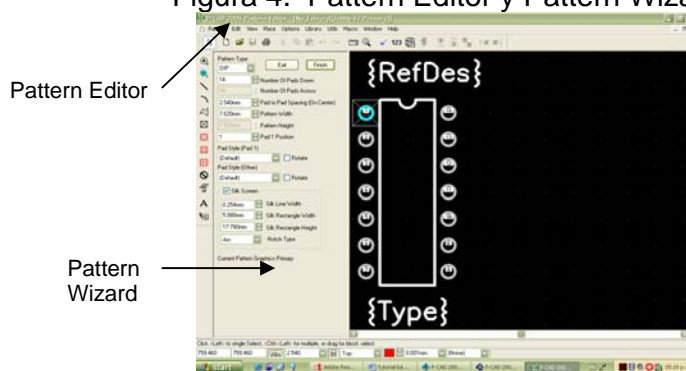
1.2 CREACIÓN DEL PATTERN

Dentro de la herramienta Library Executive y con el símbolo creado, se puede iniciar la creación de la segunda parte del nuevo componente. Para ello debemos ir a la barra de tareas y oprimir el botón **Pattern** del cual se despliega 2 opciones **New** y **Open**, en esta ocasión no explicaremos la opción Open porque en la mayoría de casos el Pattern es el objeto que en realidad se desea diseñar de manera completa debido a que a veces es imposible encontrar algún pattern que se asemeje a las especificaciones requeridas.

1.2.1 New

Al oprimir la opción New se abrirá una nueva ventana denominada **Pattern Editor** y al mismo tiempo se iniciará una opción conocida como **Pattern Wizard** (Ver figura 4), el cual es similar al Symbol Wizard, ya que permite la edición del pattern sobre el que se vaya a trabajar.

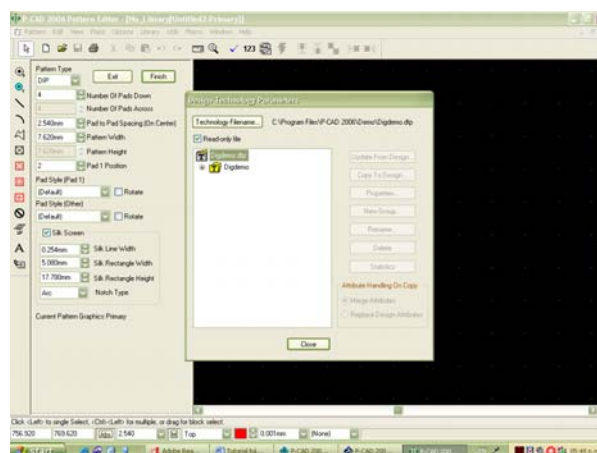
Figura 4. Pattern Editor y Pattern Wizard



Antes de empezar con la explicación de las funciones del **Pattern Wizard** se debe aclarar, que para poder manejar los diferentes tipos de pads y vías que proporciona el programa dentro del diseño de nuestro pattern, se deben cargar las librerías que trae el PCAD para dichas partes. Para cargar las librerías se debe acceder a la opción **Design Technology Parameters** (DTP de ahora en adelante), para lo cual se debe realizar el siguiente procedimiento.

- **Design Technology Parameters**
 Oprimir el botón **Pattern** de la barra de tarea, a continuación se despliega un menú de opciones donde se debe oprimir la opción **DTP**, que despliega la ventana **DTP** (Ver figura 5).

Figura 5. Design Technology Parameters



Dentro de la ventana **DTP** buscar la librería **Digdemo** (proporcionada por PCAD). Para ello, oprimir el botón **Technology Filename**, allí aparecerá una ventana de exploración donde se buscare el **Disco Local C ----- Program Files ----- PCAD 2006 ----- Demo -----** y se elige el archivo **Digdemo.dtp**; una vez elegido este archivo oprimir el botón **OK** para volver a la ventana **DTP**.

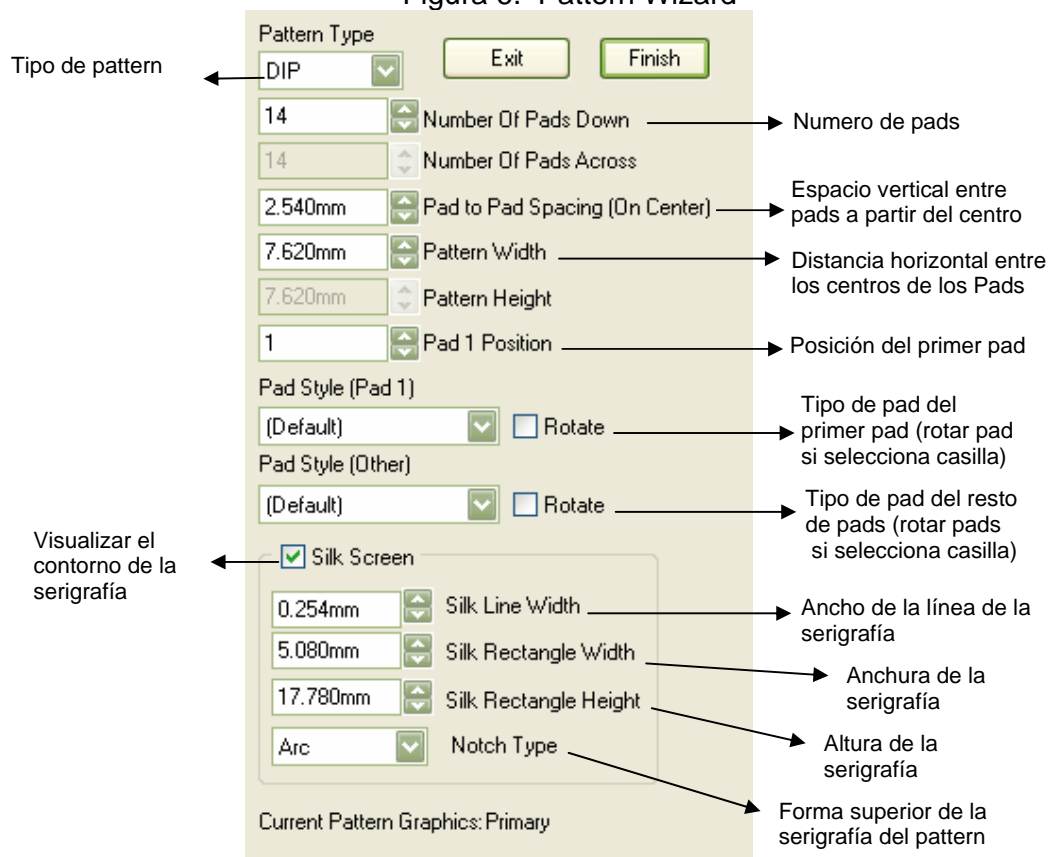
A continuación se observa que en la ventana **DTP** aparece el archivo **Digdemo.dtp**. Seleccionar la carpeta **Digdemo**, y a continuación oprimir el botón **Copy to Design**, acto seguido aparecerá un mensaje que nos indica que no ha ocurrido ningún error al copiar los archivos dentro del diseño actual, oprimir el botón **OK** de este cuadro de información y en seguida se pulsa el botón **Close** para salir de la ventana de **DTP**. Al concluir con este procedimiento se ha conseguido copiar las librerías de los pads y las vías al diseño actual.

Nota: Se debe indicar que el procedimiento anteriormente descrito, se debe repetir cada vez que se realice la creación de un nuevo pattern.

Una vez concluida la carga de las librerías de PCAD, se puede continuar con el diseño del pattern. A continuación se hará una breve explicación de forma grafica de las opciones con las que cuenta el **Pattern Wizard** (Ver figura 6).

Una vez seleccionados los parámetros deseados, oprimir el botón **Finish** el cual nos trasladará a la pantalla del **Pattern Editor**, allí se podrá terminar de editar nuestro pattern ya sea cambiando la forma de la serigrafía (líneas, texto), editando las dimensiones de los pads, añadiendo/eliminando pads, etc.

Figura 6. Pattern Wizard



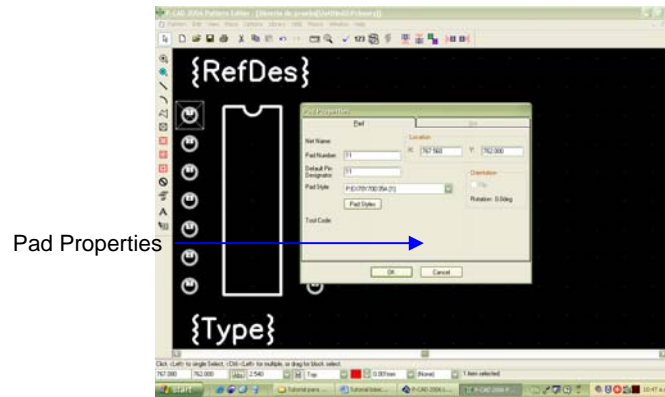
Dentro de los diferentes procesos que se pueden realizar en el Pattern Editor cabe destacar la edición de los pads. Por ello se explicara de manera un poco mas profunda a continuación.

- **Edición de Pads**

Una vez seleccionado el pad que se va a utilizar (selección realizada en el pattern wizard), se pueden variar las dimensiones, el tipo de pad y otras características del pad elegido. Cabe anotar que si se selecciona el pad por defecto este no permite ningún tipo de edición, por ello debemos seleccionar cualquier otro tipo de pad para poder realizar la posterior edición del mismo.

Para empezar con la edición, se debe seleccionar el pad que queremos cambiar pulsando 2 veces sobre el, a continuación se abrirá la ventana **Pad Properties** (Ver figura 7).

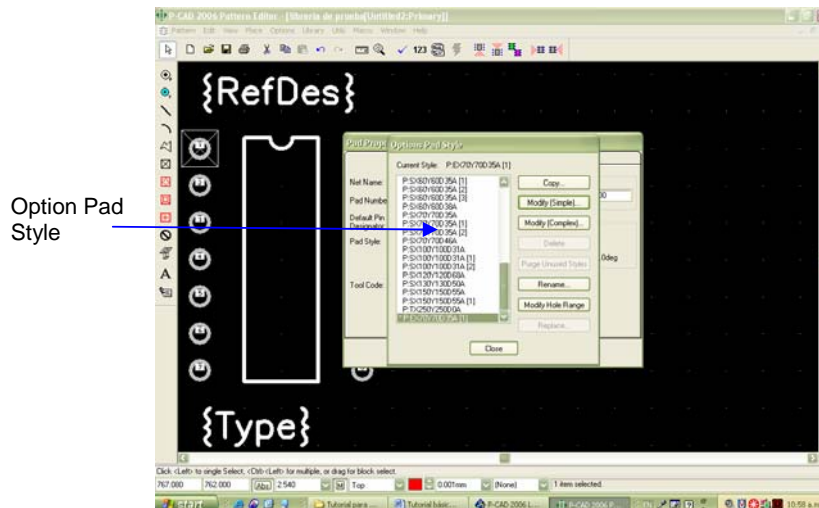
Figura 7. Pad Properties



En esta ventana se puede editar la forma del pad (**Pad Style**), el número del pad (**Pad Number**), y las dimensiones del Pad.

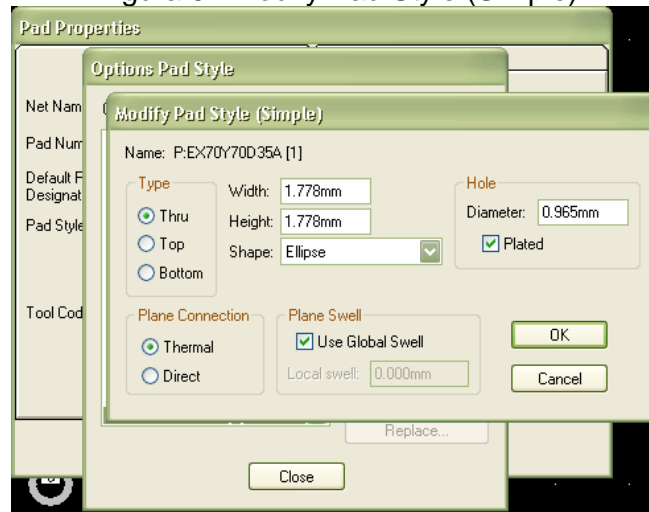
Para poder realizar el cambio en las dimensiones del Pad, oprimir el botón **Pad Style**, a continuación aparecerá una nueva ventana llamada **Option Pad Style** (Ver figura 8).

Figura 8. Option Pad Style



Dentro de esta ventana se debe oprimir el botón **Modify (simple)...**, acto seguido surge una nueva ventana conocida como **Modify Pad Style (Simple)** (Ver figura 9).

Figura 9. Modify Pad Style (Simple)



Dentro de esta nueva ventana podremos escoger el tipo de pad, es decir si esta en la cara superior (**Top**), en la cara inferior (**Bottom**) o si esta en la dos caras (**Thru**). Además se puede escoger el ancho y largo del pad, su forma (elipse, ovalo, rectangular).

Como caso especial se encuentra el pad que es del tipo **Thru**, ya que en el podemos seleccionar el diámetro del circulo que atraviesa el PCB y decidir si dicho orificio contiene cobre (**Plated seleccionado**).

Una vez seleccionadas las opciones que se desean para el pad, oprimir el botón **OK**, a continuación en la ventana que se muestra a continuación oprimir la opción **Close** y por ultimo en la ventana de **Pad Properties** oprimir el botón **OK** para así culminar con la edición de los pads.

Todos los pads del diseño que tengan seleccionado el **Pad Style** que se acaba de editar, cambiaran automáticamente; si se desea que el resto de pads posean este mismo tipo de pad, se debe cambiar la opción del menú desplegable **Pad Style** a la del nuevo pad. (Recordar que la opción **Pad Style** se encuentra dentro de la ventana **Pad Properties**).

Concluida la edición de los pads del pattern se puede continuar con el resto de modificaciones que requiera el nuevo pattern. Las demás opciones de edición del pattern como pueden ser cambio en el texto, las líneas, arcos; se realizan directamente sobre la figura del pattern, es decir se pueden eliminar las líneas, arcos, el texto y utilizar las herramientas del Pattern Editor para volverlas a elaborar. Esta sección de la edición del pattern es demasiado intuitiva y no se tocara dentro de este tutorial.

Una vez finalizada la creación y edición del pattern, debemos pulsar el botón **Pattern** de la barra de tareas y a continuación pulsar **Save As**, con lo cual aparecerá una ventana de exploración donde debemos elegir la librería en la cual la queremos guardar (**Library**) y el nombre del pattern (**Pattern**) que vamos a guardar; una vez realizada esta operación, oprimir **OK**, con lo cual el nuevo pattern ya quedaría salvado.

Nota: Un consejo al momento de realizar la creación del pattern. Es mejor realizar todo el pattern en la capa superior (**Top**), es decir que los pads sean del tipo **Top** (exceptuando los pads tipo **Thru** que se deben dejar con este tipo de pad), y las serigrafías sean del tipo **Top Silk (Serigrafía Superior)**. Esto es importante ya que el programa por defecto toma todo el pattern como si fuera de tipo **Top**, luego mas adelante si nuestro circuito tiene capa inferior, existen opciones en la herramienta PCB del PCAD que me permiten el cambio completo del pattern no solo de capa sino además de perspectiva y me facilitan su ubicación dentro del circuito impreso, estas opciones se explicaran en el capitulo correspondiente al diseño del PCB.

Una vez terminada la creación del pattern podemos dar inicio a la creación del componente la cual explicaremos a continuación.

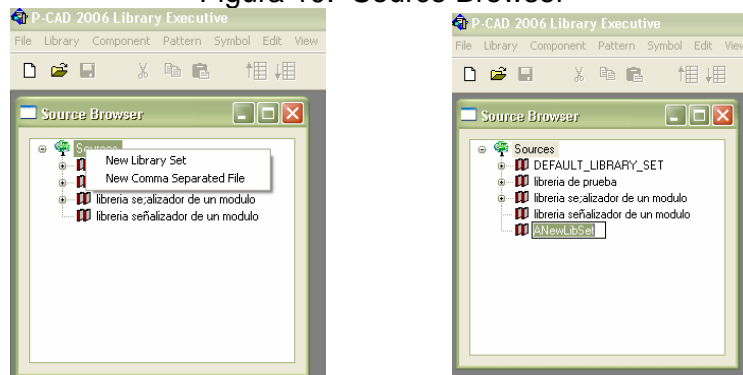
1.3 CREACIÓN DEL COMPONENTE

Para la creación del nuevo componente como ya se ha enunciado, se debe contar con un símbolo y un pattern para dicho componente. Un paso importante a dar antes de empezar con la creación del componente, es el de la creación de un visor de librerías que permita observar el contenido de la librería con la que actualmente estoy trabajando.

1.3.1 VISOR DE LIBRERÍAS

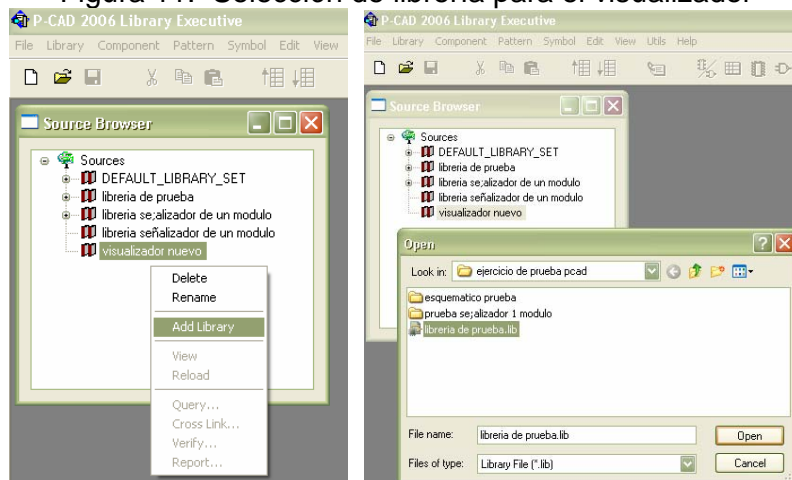
Para la creación de este visor, debemos utilizar la ventana que aparece en el margen superior de la ventana **Library Executive** llamada **Source Browser** (otra forma de abrirla es a través del botón **View** ----- **Source Browser**), en esta ventana realizando un click derecho sobre el menú desplegable **Sources** aparecerá un pequeño menú donde se debe seleccionar la opción **New Library Set**. Acto seguido aparecerá un nuevo visualizador de librerías con el nombre **ANewLibSet** (Ver figura 10).

Figura 10. Source Browser



A continuación se le debe cambiar el nombre al visualizador generado y oprimir la tecla enter. Añadir la librería que se desea visualizar al visualizador que se creó, para ello se debe realizar click derecho sobre el visualizador creado, y dentro del menú desplegable, seleccionar la opción **Add Library**; a continuación se mostrará una ventana de exploración donde se debe escoger la librería que se desea añadir. Una vez escogida, se debe pulsar el botón **Open** con lo cual la librería quedaría añadida al visualizador (Ver figura 11).

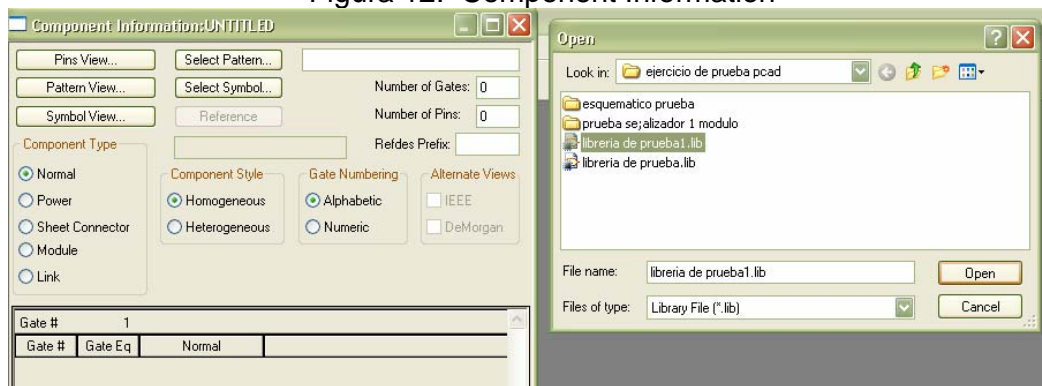
Figura 11. Selección de librería para el visualizador



Una vez creado el visualizador de la librería, se da comienzo a la creación del componente; para ello, entrar en la herramienta **PCAD Library Executive**, una vez en allí, oprimir el botón **Component** de la barra de herramientas y seleccionar la opción **New**, a continuación aparecerá la ventana **Component Information** (Ver figura 12), junto con la ventana de exploración en la cual se debe buscar la librería donde se han guardado tanto el símbolo como el pattern del componente a crear (para nuestro caso **librería de prueba1.lib**), una vez

seleccionada la librería oprimir **Open**; a continuación entraremos en la ventana **Component Information**, en donde se continúa con la creación del componente.

Figura 12. Component Information



En la ventana de **Component Information** seleccionar el pattern y el símbolo con el que se va a crear el componente. Para seleccionar el pattern oprimir el botón **Select Pattern...**, a continuación aparece una nueva ventana (**Library Browse**), seleccionar el pattern y oprimir OK para salir.

Para la elección del símbolo, oprimir el botón **Select Symbol...**, acto seguido aparece una nueva ventana (**Library Browse**), escoger el símbolo que se va a utilizar y oprimir **OK** (Ver figura 13 y 14).

Figura 13 Library Browse para el pattern

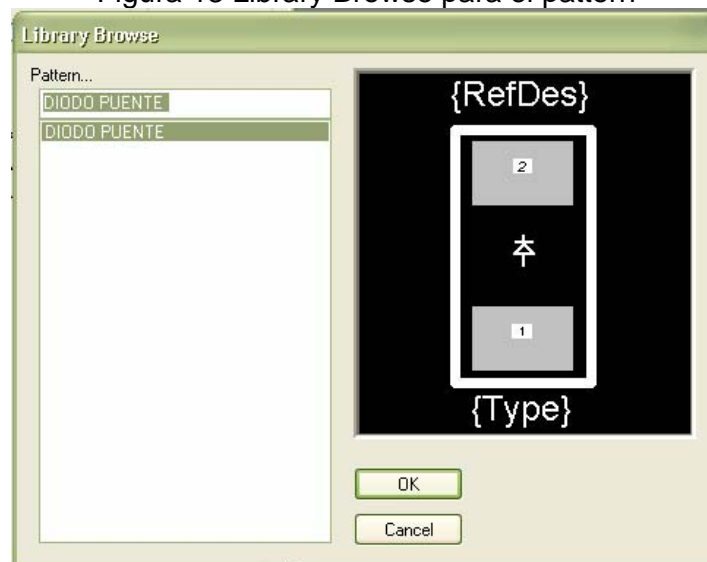
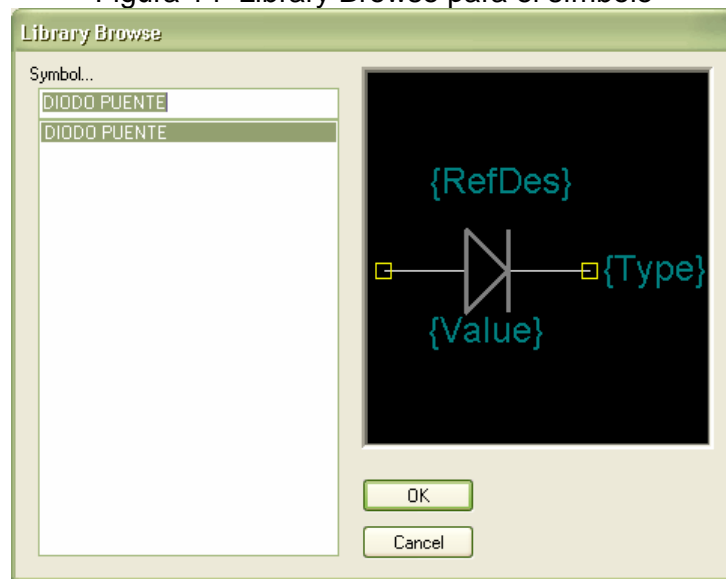


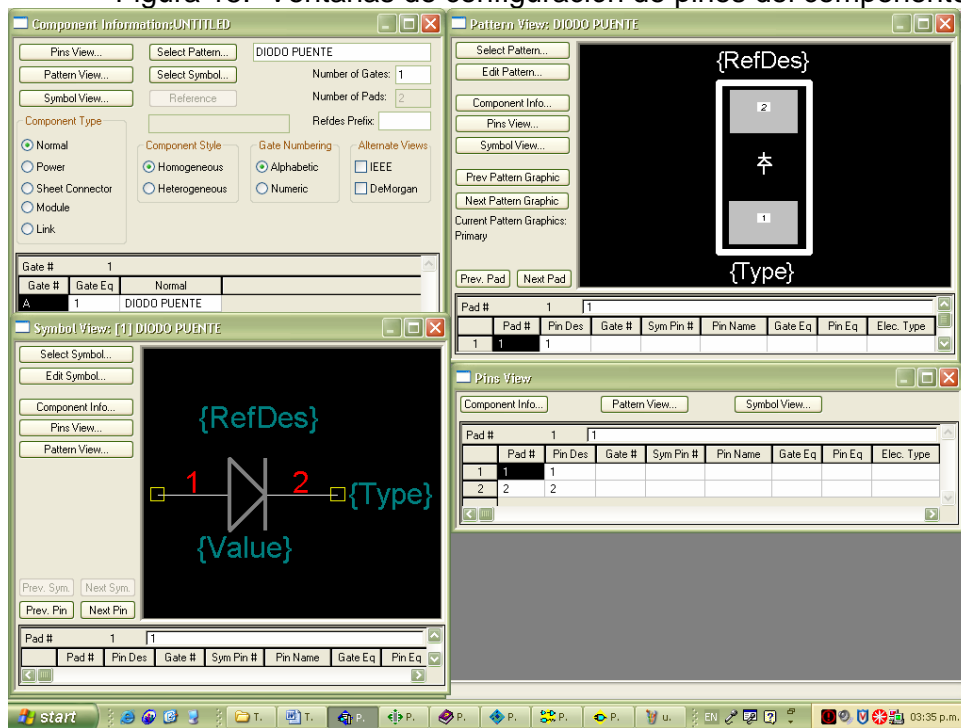
Figura 14 Library Browse para el símbolo



Una vez seleccionados el pattern y el símbolo, configurar los pines de ambas figuras para que coincidan y el programa pueda identificar cuales son las entradas, el número de cada pin, entre otras características.

Para configurar los pines del componente, oprimir los botones **Pins View**, **Pattern View** y **Symbol View**, los cuales nos mostraran tres ventanas que permitirán relacionar los pines de el símbolo y el pattern de una manera mas cómoda (Ver figura 15).

Figura 15. Ventanas de configuración de pines del componente



A continuación se explican los parámetros más importantes que permiten configurar los pines del componente.

- **Pad#:** Representa el número de cada uno de los pads de un pattern y se llena automáticamente cuando se añade un Pattern.
- **PinDes:** Es el numero que se asigna entre el pad del pattern y el pin del símbolo y se completa automáticamente cuando se añade el pattern.
- **Gate#:** Me indica que pads del pattern le corresponden a cada uno de los símbolos que están dentro del componente.
- **Sym Pin#:** El numero de cada uno de los pins del símbolo que se añade al componente.
- **Pin Name:** El nombre de cada uno de los pins del componente en general (no es obligatorio y a veces se genera automáticamente)
- **Gate Eq:** Este columna nos indica cuales compuertas (gates) de cada componente son lógicamente equivalentes y se pueden cambiar una por otra cuando se utiliza la opción para optimizar la red en la herramienta de diseño del PCB. (No es necesario rellenarlo)

- **Pin Eq:** Nos indica cuales pines son equivalentes y pueden ser cambiados si se utiliza la herramienta de optimización de redes de la herramienta de diseño del PCB. (No es necesario rellenarlo)
- **Elec Type:** El tipo de pin

Según los parámetros anteriormente descritos la ventana **Pin View** quedaría de la siguiente forma (Ver figura 16).

Figura 16. Pins View

Pad #	Pin Des	Gate #	Sym Pin #	Pin Name	Gate Eq	Pin Eq	Elec. Type
1	1	1	1	A	1	1	Unknown
2	2	1	2	K	1		Unknown

Terminada la relación de cada uno de los pins dentro del componente, se deben cerrar todas las cuatro ventanas (Pins view, Symbol View, Pattern View y Component Information) oprimiendo X.


Cerradas todas las ventanas, oprimir el botón **Component Validate**, el cual indicara si la relación entre pines se ha realizado correctamente. Cuando se oprima, se generara un mensaje que debe indicar que no ha encontrado ningún error (sino revisar el paso anterior), lo cual permite continuar con la creación del componente.

Finalizada la verificación, oprimir la opción de la barra de herramientas **Component ----- Save As**, a continuación aparece una pequeña ventana en donde se debe introducir el nombre del componente y luego oprimir **OK**. Con esto se da por terminada la creación del componente y se dará comienzo a la elaboración del esquemático.

2. DISEÑO DEL ESQUEMATICO:

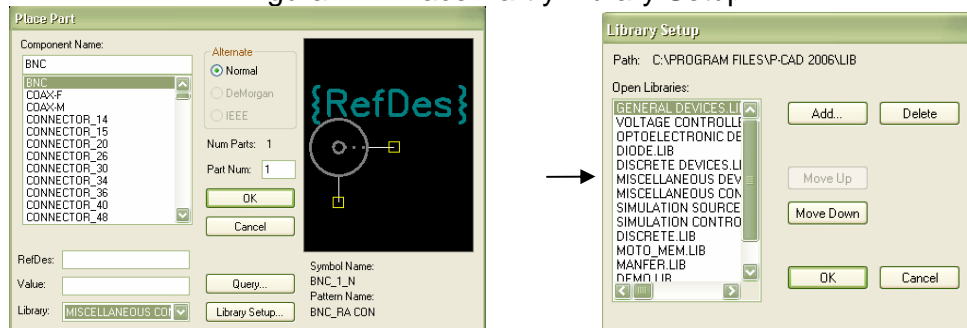
Para la realización del esquemático, primero insertar cada uno de los componentes a utilizar dentro del área de trabajo, para ello se debe seguir las siguientes indicaciones.

2.1 UBICACIÓN DE COMPONENTES

Iniciar oprimiendo el botón  **Place Part**, a continuación aparece una nueva ventana con el mismo nombre (Ver figura 17); en esta ventana seleccionar la opción **Library Setup**. Dentro de esta opción oprimir el botón **Add** y a continuación seleccionar la librería que deseo añadir a la lista del recuadro **Open Libraries** (librerías con las que puedo trabajar) y oprimir la opción **Open**.

Si por el contrario se desea eliminar una librería de las que se encuentra en la lista **Open Libraries** (ventana Library Setup), seleccionar la librería y oprimir el botón **Delete**.


Figura 17. Place Part y Library Setup



Seleccionadas las librerías que se desean utilizar pulsar el botón **OK** de la ventana **Library Setup**, lo que nos conduce nuevamente a la ventana de **Place Part**, una vez aquí, elegir el componente que necesitamos seleccionándolo de la lista que aparece en la parte superior izquierda de la ventana.

En algunas ocasiones necesitaremos componentes de varias librerías; para poder seleccionar dichos componentes, primero seleccionar la librería en la que se encuentra dentro del menú desplegable **Library** (Recordar que las librerías que aparecen en este listado son las que se han elegido en la ventana de **Library Setup**).

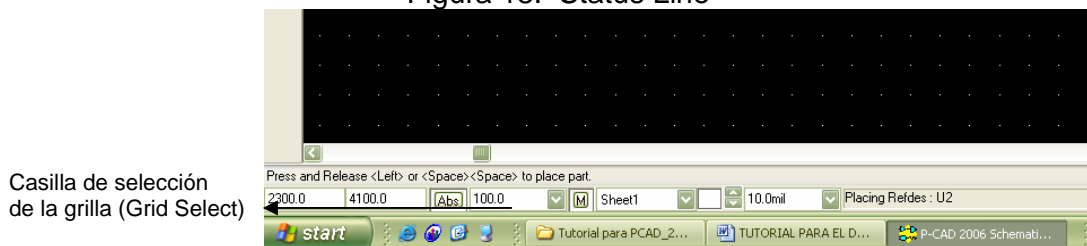
Seleccionada la librería, escoger el componente que se necesita (ahora los componentes de la librería seleccionada aparecen en el recuadro superior izquierdo de la ventana **Place Part**) y oprimir el botón **OK** de la ventana **Place Part**; hecho esto desaparecerá esta ventana y el puntero del ratón cambiara de forma. Para insertar el componente realizar un click con el mouse.

Colocado el componente, si se desea utilizar nuevamente este mismo componente, realizar nuevamente un click con el mouse. Por el contrario si se desea poner un componente distinto, realizar click derecho (puntero del mouse vuelve a su forma original) y luego realizar un click en el mouse, con lo cual aparecerá nuevamente la ventana **Place Part** en la que se seguirá con la elección y ubicación de resto del componentes. Al finalizar la ubicación de componentes o si simplemente se desea abandonar la opción **Place Part**, oprimir el botón  **Select** que se encuentra en la barra de comandos (Por lo general este botón es la opción por defecto y es la que permite seleccionar cualquier objeto en el área de trabajo, con lo cual si en algún momento se necesita seleccionar cualquier objeto y se encuentra en una opción diferente a esta, pulsar el botón **Select** para poder manipular dicho objeto, ya sea para editarlo, moverlo, etc).

Una vez terminada la ubicación de cada uno de los componentes, elegir la grilla que mejor se adapte a las dimensiones de los componentes, ya que esto facilita la conexión de los mismos.

Para cambiar la grilla, ubicar la barra **Status Line** (Ver figura 18) que se encuentra situada en la parte inferior de la pantalla. Allí encontrara la casilla **Grid Select**.

Figura 18. Status Line



En esta casilla seleccionar el valor de la lista desplegable que desea tenga la grilla, o si lo prefiere puede introducir el valor que desee y oprimir **Enter** para confirmar este dato.

Colocar los componentes sobre la grilla para que de esta forma sea más fácil su conexión. Para facilitar la ubicación, activar la opción **Snap To Grid**; que se encuentra dentro de la opción **View** de la barra de herramientas.

Una vez activada, ubicar los componentes sobre la grilla, seleccionándolos y moviéndolos hasta el punto de la grilla mas cercana.


- **Nota:** Es importante utilizar la misma grilla que se empleo en la ubicación de los componentes para realizar su conexión.

Otro punto a tener en cuenta al momento de trabajar con las grillas, es la forma de utilizar la opción de zoom, ya que a veces puede llegar a confundir (si nuestro grid es más pequeño que el zoom con el que se trabaja en ese instante). Por ello es importante verificar si el zoom que se encuentra activado es apropiado para la grilla seleccionada.

Para llevar a cabo la comprobación, observar que el color de los puntos de la grilla del área de trabajo sea blanco; sino es así, se debe variar el zoom (“+” aumentar y “-“ disminuir) para conseguir la grilla correcta.

Finalizada la ubicación de los componentes, se procederá a dar unas indicaciones sobre algunos pasos necesarios para facilitar la conexión de los componentes.

2.2 CONEXIÓN DE COMPONENTES

En primer lugar oprimir el botón  **Place Wire** de la barra **Placement Toolbar**, a continuación realizar un click (cambia la forma del cursor a X) en el lugar donde se desea realizar la línea de conexión, en este punto se tienen 2 opciones; la primera es la de mantener oprimido el botón del mouse e ir arrastrándolo por donde se desea que vaya la conexión, hasta llegar al punto de destino donde se debe soltar el botón del mouse y a continuación realizar click derecho para confirmar el trazado de la línea.

La segunda opción consiste en realizar un click en el lugar donde se desea empezar el trazado y soltar el botón del ratón, luego desplazar el Mouse hasta el lugar donde se desea terminar la línea y realizar nuevamente un click izquierdo para ubicar el punto final; inmediatamente después realizar click derecho para confirmar el trazado de la línea.

Si en el trazado de las líneas se debe esquivar varios componentes, combinar las 2 opciones anteriores, teniendo en cuenta que solo se debe finalizar el trazado en el último tramo de la línea. Es decir en lugar de terminar el trazado realizando click derecho cada vez que se termina una línea, volver a realizar click izquierdo para empezar desde el punto donde se termino el trazado

inmediatamente anterior. Cuando se termine el trazado realizar un click derecho para confirmar la trayectoria.

- **Nota:** Las líneas de conexión que se tracen, debe seguir la grilla que usted tenga seleccionada, esto ayudara a una correcta conexión de los componentes. Para verificar una correcta conexión entre la línea de conexión y los pines de los componentes, basta con observar cada uno de los pines, en los cuales no debe aparecer ningún tipo de figura, simplemente se observara el cable unido al componente.

En algunas ocasiones cuando a un componente llegue mas de una línea, en el punto donde se unan las líneas aparecerá un punto verde (nodo) que verifica la unión entre 2 o mas líneas y el componente si es el caso.

Terminada la conexión de todos y cada uno de los componentes del esquemático, se debe salvar el archivo. Una vez dibujado el esquemático, se procede a la comprobación de errores. A continuación se realizara una breve introducción sobre la forma de verificar si existe algún error en el esquemático elaborado.

2.3 COMPROBACIÓN DE ERRORES

Para realizar la comprobación de errores dentro del esquemático, utilizar la opción **ERC**, a la cual podemos acceder de la siguiente manera. Oprimir el botón de la barra de tareas **Utils ----- ERC...**, a continuación aparece una nueva ventana llamada **Utils Electrical Rules Check** (Figura 19), en donde se puede seleccionar en el cuadro **Design Rule Check** que características del circuito se quieren revisar, para comprobar si tienen algún tipo de error.

Figura 19. Utils Electrical Rules Check y Rules Severity Levels



Se aconseja que al momento de revisar los errores dentro del diseño del esquemático, se haga de una manera escalonada, es decir que no se revisen todos los puntos del circuito en un solo análisis; sino que se realicen varios análisis para diferentes opciones.

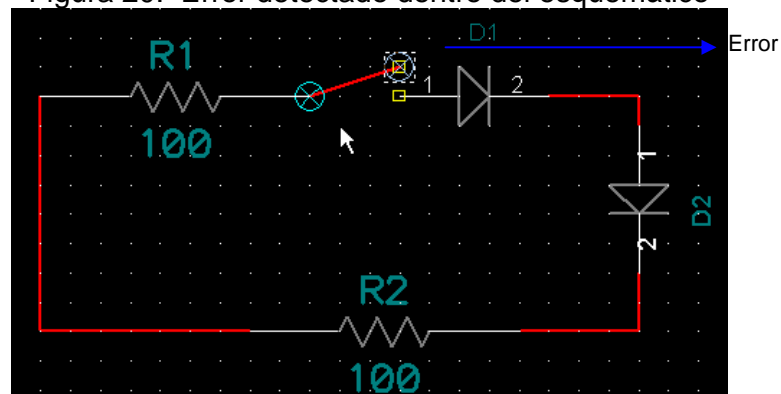
El orden a seguir puede ser el siguiente; como primer análisis dentro de la ventana **Utils Electrical Rules Check** en el cuadro **Design Rule Check** seleccionar las opciones de **Single Node Nets**, **No Node Nets** y **Unconnected Pins/Wire**, a continuación realizar un análisis de dichas opciones, comprobar si existe algún error y solucionarlo. Como segundo análisis se deberían seleccionar las opciones **Bus/Net Rules** y **Net Connectivity Rules**, observar si hay errores y corregirlos. El tercer análisis se debe realizar únicamente para la opción **Component Rules** y por ultimo realizar un análisis con la opción **Electrical Rules**.

Una vez explicada la forma más conveniente en la que se debe realizar la búsqueda de fallos dentro del esquemático, se explicaran los pasos a seguir para efectuar estos análisis.

Inicialmente acceder a la opción **Utils Electrical Rules Check** como se indico anteriormente, a continuación dentro del recuadro **Design Rule Check** seleccionar las opciones a analizar. Cada grupo de opciones a analizar cuenta con unas reglas que se pueden configurar para que PCAD al momento de realizar el análisis las marque como un error, como una advertencia, o que simplemente no las detecte.

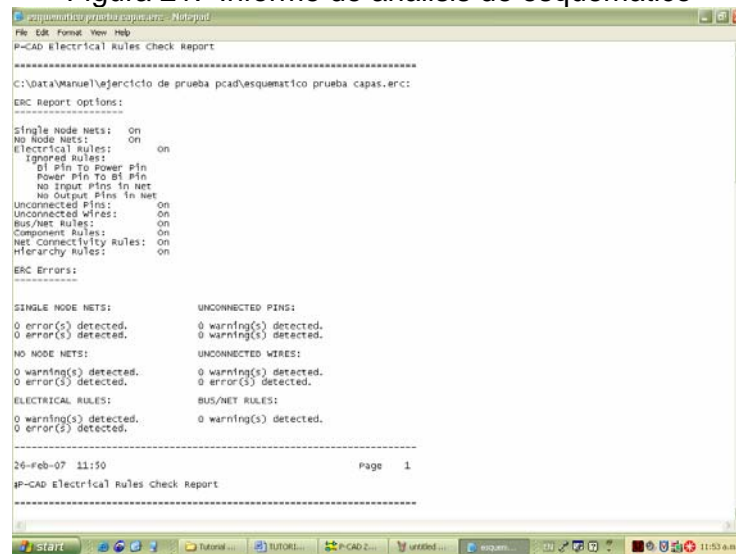
Para la configuración de estas pautas oprimir el botón **Severity Levels**, y a continuación dentro de la ventana **Rules Severity Levels** (Ver figura 19) seleccionar el grado de severidad que desea tener para con las reglas que va a trabajar. Para poder seleccionar el grado de severidad que desea para cada regla de la lista, pulsar sobre una cada una de ellas y en el recuadro de **Severity Levels** (se habilita al pulsar sobre una de las reglas de la lista) escoger que opción se desea y oprimir **OK** para regresar a la ventana **Utils Electrical Rules Check**. Dentro de esta ventana seleccionar las opciones **View Report** y **Summarize Ignored Errors**, las cuales generaran un reporte del análisis realizado. Por ultimo seleccionar la opción **Anótate Errors**, la cual indica el lugar en el esquemático donde se han generado los errores (Ver figura 20).

Figura 20. Error detectado dentro del esquemático



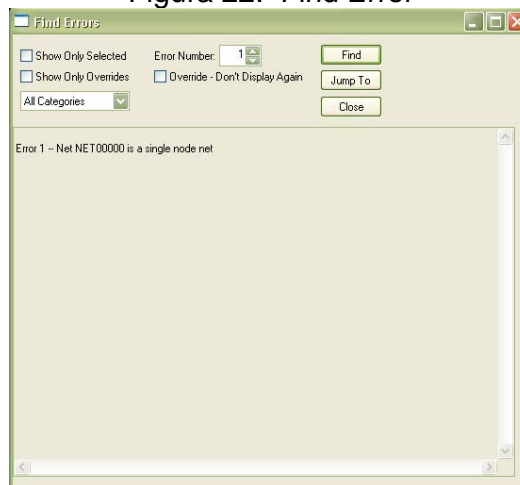
Una vez terminado los procedimientos anteriores, se debe oprimir el botón **OK** para empezar con el análisis; al finalizar el análisis se generará el reporte sobre los errores encontrados e ignorados (Ver figura 21).

Figura 21. Informe de análisis de esquemático



Si dentro del diseño se generara algún error, existe una herramienta que permite ubicar el punto exacto donde se presenta el error dentro del esquemático (Esta herramienta es muy útil para cuando nuestros diseños son grandes y de bastante complejidad). Para acceder a esta herramienta oprimir el botón **Utilis ----- Find Errors** y a continuación se abre una nueva ventana del mismo nombre (Ver figura 22).

Figura 22. Find Error



Dentro de esta ventana se puede ver una breve descripción de los errores encontrados, además seleccionando el error que se desea ver a través de la lista **Error Number** y oprimiendo el botón **Jump to**, se puede localizar el error y proceder a corregirlo.

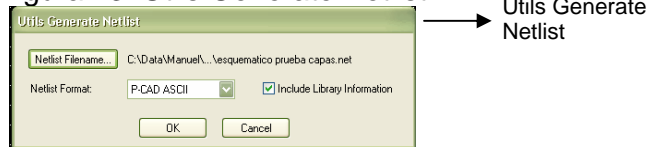
Una vez solucionados todos los errores, se podrá generar el **Netlist** sin temor a que contenga ningún tipo de error.

- **Nota:** Se recomienda que en la lista de reglas (**Rule Severity Levels**) se seleccione las reglas **Bi Pin To Power Pin**, **Power Pin To Bi Pin**, **No Input Pins In Net** y **No Output Pins In Net** con la opción de ignorar (**Ignored**), para que al realizar el análisis del esquemático, no presente problemas con dispositivos bidireccionales que puedan no estar seleccionados de este modo pero que no producen ningún tipo de problema al momento de realizar el diseño.

2.4 GENERACIÓN DEL NETLIST

Este archivo es utilizado por la herramienta de diseño del PCB para elaborar una guía de cómo deben ir conectados los dispositivos dentro del PCB. Para generar este archivo, pulsar el botón de la barra de tareas **Utils ----- Generate Netlist**, el cual abre una ventana denominada **Utils Generate Netlist** (Ver figura 23).

Figura 23. Utils Generate Netlist



En esta nueva ventana, seleccionar la carpeta donde se quiere guardar el Netlist que se va a generar, para ello oprimir el botón **Netlist Filename**, en seguida aparecerá una ventana de exploración donde escogeremos el lugar y el nombre del Netlist que se va a generar y a continuación se debe oprimir el botón **Save**, esto nos conducirá nuevamente a la ventana **Utils Generate Netlist**, en donde se escogerá en la lista **Netlist Format** la opción **P-CAD ASCII** (formato que reconoce la herramienta de diseño del PCB). Escogido el formato oprimir el botón **OK** para generar el Netlist.

Generado el Netlist se habrá concluido el trabajo con la herramienta de diseño del esquemático. Esta herramienta tiene mas funciones que permiten la simulación de circuitos, trabajar con circuitos que posean buses, trabajar con varias hojas (relacionar esquemáticos de diferentes hojas), pero estos son temas que no serán tratados dentro de este tutorial.

Finalizado la elaboración del esquemático, se debe pasar al diseño del PCB, para ello se procederá a la explicación de las pautas mas básicas para el manejo de la herramienta de PCB.

3. DISEÑO DEL PCB

La herramienta de diseño de PCB permite la creación de un circuito impreso con todas sus características, ya sea de una capa o varias capas, en este tutorial se tocara el diseño de un circuito impreso de 2 caras una superior y un inferior, al mismo tiempo se conocerán diferentes opciones que permiten aprovechar al máximo las funciones de esta herramienta, además se emplearan para la elaboración del diseño diferentes vías, pads del tipo Bottom, Top y Thru, y se mostrará la forma como se pueden hacer taladros no metalizados dentro del circuito que me sirvan como aislante cuando se presentan problemas de espacio en el circuito. Además se explicara la forma de generar los archivos Gerber y los N/C Drills (taladros) necesarios para la fabricación del circuito impreso.

Para entrar en la herramienta de PCB es necesario realizar los siguientes pasos:

- Si se encuentra dentro de la herramienta de diseño del esquemático o dentro de la herramienta de diseño de componentes, debe ir a la barra de tareas y oprimir el botón **Utils** ----- **PCAD PCB....**
- Otra forma es oprimiendo el botón **Inicio** ---- **Programas** ----- **PCAD 2006** ----- **PCB**

Una vez dentro de la herramienta de diseño de PCB, lo primero es tratar de aprovechar al máximo posibles ayudas en lo que respecta a la parte grafica del PCB, como puede ser el board, las serigrafías, etc. Este conjunto de partes se pueden realizar directamente con las opciones que trae la herramienta, pero en algunas ocasiones se requiere de partes que son difíciles de diseñar o que se pueden aprovechar de programas de entorno CAD que ya las tengan elaboradas. Para poder aprovechar esas figuras, se suele utilizar la opción de importar archivos, en este caso archivos del tipo DXF que son los que suelen utilizar este tipo de programas CAD.

- **Nota:** Un punto importante antes de empezar con el diseño del PCB, es el que tiene que ver con la carga de las librerías que contienen los pads y vías. Esto es necesario para poder realizar algún tipo de cambio en los pads y las vías dentro del diseño del circuito impreso. Para realizar la carga de las librerías se debe realizar el mismo procedimiento que se desarrollo dentro del tutorial de diseño de componentes

A continuación conoceremos la forma de importar archivos DXF a través de la herramienta de diseño de PCB.

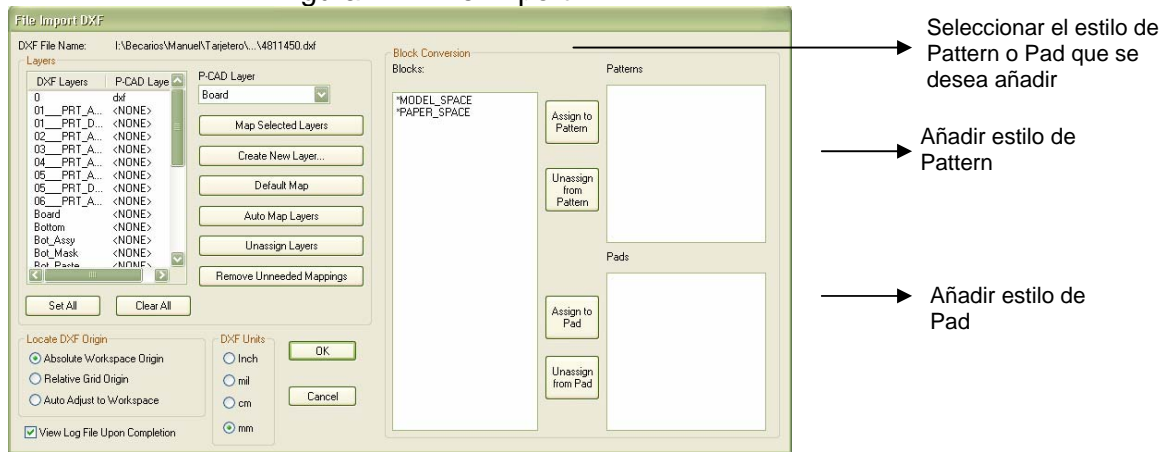
3.1 IMPORTAR ARCHIVOS DXF

Para importar archivos DXF debemos primero que todo tratar de simplificar al máximo el archivo que se va a importar, para ello debemos desde la herramienta CAD tratar de eliminar cualquier tipo de plantilla, figuras innecesarias, en general tratar de que el archivo que se vaya a importar este compuesto únicamente por la figura o texto que se necesita (es preferible importar varios archivos con una sola figura, para evitar problemas al programa al momento de importarlos).

Hay que aclarar que esta herramienta no permite importar figuras tridimensionales, ningún tipo de atributo (colores, ancho). Es importante anotar que si existe alguna capa que contenga una extensión que contenga palabras reservadas de AutoCad, la herramienta no podrá cargar el archivo DXF, lo único que se puede hacer es cambiar el nombre a dicha capa y volver a importarlo.

Para importar el archivo DXF, oprimir el botón **File ---- Import ---- DXF...**, a continuación aparecerá una ventana de exploración donde se podrá seleccionar el archivo DXF que se desea importar; una vez seleccionado, se debe oprimir el botón **Open**, seguidamente aparece una nueva ventana llamada **File Import DXF** (Ver figura 24).

Figura 24. File Import DXF



Dentro de la ventana **File Import DXF**, se observa que aparecen todas las capas que ha detectado el programa al momento de cargar el DXF; cabe anotar que al momento de cargar el DXF aparecen algunas capas del archivo DXF con la capa que le corresponde en PCAD (**PCAD Layer**) ya seleccionada; esto nos indica que estas capas son las que se requieren para cargar el archivo DXF dentro del PCB y nos ayuda a saber cuales no son necesarias pudiéndolas eliminar de dicha lista para evitar posteriores errores al momento de importar el archivo DXF al PCB.

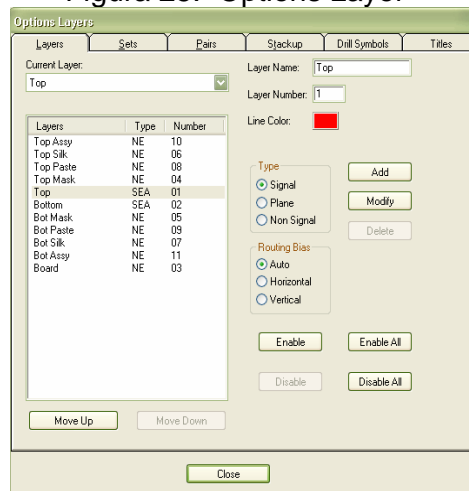
Para eliminar dichas capas que no son necesarias, basta con oprimir el botón **Remove Unneeded Mappings**.

Una vez eliminadas las capas no necesarias, se debe indicar cual es la capa correspondiente para cada una de las capas del archivo DXF para las cuales no se tiene asignado ninguna capa para el PCB (**NONE**). Para ello se selecciona una o todas las capas que dentro del campo **P-CAD Layer** de la tabla **Layer** se muestre la palabra **NONE**, a continuación se selecciona en la

lista desplegable **PCAD Layer** la capa en la cual se desea colocar el archivo DXF a importar y por ultimo oprimir el botón **Map Selected Layers** para indicarle que coloque dicha capa elegida a las capas del DXF que están seleccionadas. (Se recomienda que las capas que se van a importar se seleccionen todas con la misma capa para evitar problemas al momento de importar el archivo DXF).

En algunos casos se desea que la capa a utilizar por el archivo DXF que se importa sea una capa diferente a las que se utilizan dentro del diseño, para ello primero se debe crear una nueva capa oprimiendo la opción **Create New Layer**, a continuación aparecerá una nueva ventana (ver figura 25).

Figura 25. Options Layer



Dentro de la nueva ventana **Option Layer** indicar el nombre de la capa que se va a crear dentro del cuadro de texto **Layer Name**, después indicar el número de la capa, en el cuadro de texto **Layer Number**, a continuación escoger el tipo (**Type**) que desea que tenga la capa, el cual puede ser **Signal, Non Signal o Plane** (Por lo general las capas de los DXF son del tipo Non Signal); una vez escogido el tipo, se debe oprimir el botón **Add** y a continuación aparecerá el nombre de la nueva capa dentro del cuadro de **Layer**. Acto seguido oprimir el botón **Close** lo que nos lleva nuevamente a la ventana de **Import DXF**, finalizando así la creación de la nueva capa.

Además de las opciones anteriormente mencionadas, dentro de la ventana **Import DXF**, podemos seleccionar el tipo de unidad (**DXF Units**) que se utilizara al momento importar un archivo DXF, indicar la ubicación donde se desea que sea cargado el DXF (**Locate DXF Origin**), entre otras.

Por último antes de cargar el DXF seleccionar el botón **View Log File Upon Completion**, el cual me permite ver un archivo con los posibles errores y advertencias (warnings) que se hayan podido generar durante la carga del DXF. Una vez seleccionada esta opción oprimir el botón **OK** y a continuación aparecerá el DXF dentro del área de trabajo.

- **Nota:** Se debe tratar que los archivos DXF que se vayan a importar sean lo mas sencillo posibles, es decir es mejor dividir un archivo a importar, en varios archivos, no solo para que no presente conflictos por exceso de componentes dentro del DXF, sino además para que el tamaño del archivo a importar no sea demasiado grande, ya que esto puede lograr que al momento de cargar el DXF la herramienta de diseño de PCB no responde y se bloquee el sistema.

Cuando el archivo que se importe, se utilice para elaborar el contorno de la board, debemos aprovechar esta figura para que la herramienta del PCB la reconozca como el contorno del circuito impreso; para ello se debe importar el archivo DXF en la capa **Board**. Adquirido el archivo DXF, seleccionarla y oprimir el botón de la barra de tareas **Tools** ----- a continuación oprimir **Convert selected objects to Board Outline**, la cual generara una figura que es de la misma forma que la importada (sin eliminar la figura importada) pero con la particularidad de que ahora la herramienta la considera como el contorno del circuito impreso al momento de generar los archivos de fabricación. Esta acción de generar el **Board Outline** (contorno del circuito) a veces es innecesaria ya que el mismo programa cuando se comienzan a introducir los componentes dentro del contorno del circuito y si observa que no existe ningún objeto **Board Outline**, entonces toma el polígono que se encuentre en la capa Board como el contorno del circuito de manera automática.

Una vez terminada la importación de los archivos DXF se puede cargar el archivo **Netlist** que se genero en el esquemático para empezar con la ubicación de cada uno de los componentes y posterior conexión de los mismos.

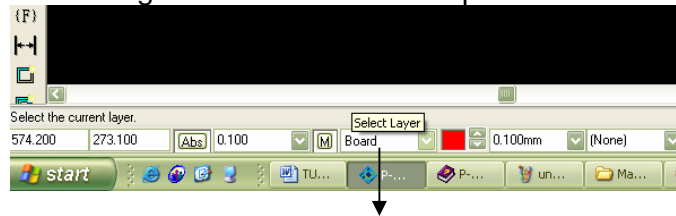
3.2 CARGAR NETLIST

Antes de cargar el Netlist es recomendable primero hacer el contorno de la board; si no se ha utilizado un archivo DXF. Los pasos a seguir para la creación del contorno de la board son.

3.2.1 Crear Board

Para empezar se debe oprimir el botón **Place Line**, a continuación escoger la capa **Board** (Ver figura 26)

Figura 26. Seleccionar capa Board

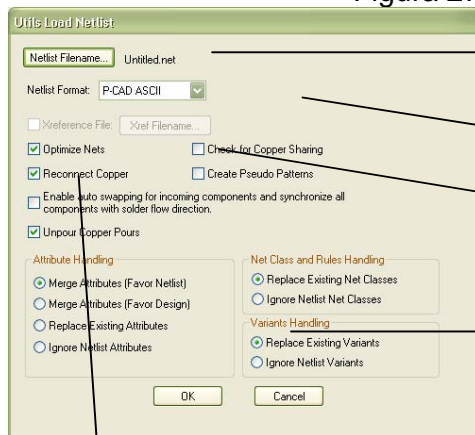


Oprimir este botón y seleccionar de la lista desplegable la capa Board

Una vez seleccionada la capa Board se puede empezar a elaborar la forma del contorno el cual debe ser cerrado (realizar todas las posibles modificaciones). Finalizado el diseño del contorno debemos seleccionar toda la figura y a continuación oprimir el botón **Tools ----- Convert selected objects to Board Outline**, esto hará que la figura cambie de color (morado) y ahora posea la característica de un polígono Outline que permite que la herramienta de PCB lo reconozca como el contorno del circuito impreso al momento de elaborar los archivos **Gerber**.

Una vez terminada la creación del contorno del circuito impreso, podemos iniciar con la carga del **Netlist**; para ello se debe oprimir el botón de la barra de tareas **Utis ----- Load Netlist** (Ver figura 27).

Figura 27. Utis Load Netlist



Oprimir y escoger el Netlist que se ha generado en el esquemático de la ventana de exploración que aparece.

Escoger de la lista el formato PCAD ASCII

Se debe seleccionar, para que me conecte (solo una guía de conexión) automáticamente los componentes como se indico en el esquemático

Seleccionar Merge Attributes (Favor Design) para que cuando me cargue el Netlist me mantenga los atributos de los pattern de mi diseño y no me tome los de la librería

Seleccionar esta casilla para activar la herramienta de reconectar posibles pads que existan dentro del diseño. (Recomendable tenerlo activado así no se tenga ningún pad antes de cargar el Netlist)

El resto de funciones no se explicaran ya que no son de gran importancia para cargar el Netlist. Una vez seleccionadas las opciones dentro de la ventana **Utils Load Netlist**, oprimir el botón **OK** para iniciar el procedimiento de carga del Netlist y finalizar con el proceso necesario para la carga de este archivo.

Al terminar de cargar el Netlist, aparecerá en el área de trabajo el Netlist que se genero, el cual constara de los patterns de todos los componentes que se utilizaron en el esquemático, así como de una guía (Net) de conexión entre estos componentes que me permitirá organizarlos de una mejor manera y me facilitara realizar la conexión entre ellos. Una vez finalizada la carga del Netlist, se puede iniciar con la ubicación, selección de capa y posterior conexión de cada uno de los componentes del PCB.

- Nota: Para evitar problemas a la hora de cargar el Netlist, se debe primero añadir a la lista de librerías, las librerías que se hayan usado en la herramienta Schematic para generar (crear) el Netlist, y además eliminar de esta lista todas las librerías que no se vayan a utilizar para generar el Netlist. Para llevar a cabo esta operación se debe oprimir el botón **Library ----- Setup**, a continuación aparecerá una nueva ventana en donde se debe añadir las librerías a través del botón **Add** para añadir y **Delete** para eliminar las librerías que no se necesiten. Una vez añadidas las librerías se puede empezar a cargar el Netlist.

3.3 UBICACIÓN Y CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES

Al tener ya el Netlist cargado, podemos empezar a escoger cuales son los patterns de los dispositivos que van en la cara superior y los que van en la cara inferior.

Como ya se había indicado en el tutorial de diseño de componentes, se recomienda que todos los componentes creados y los que se utilicen dentro del diseño se encuentren en la cara superior. Teniendo en cuenta esta aclaración, seleccionamos los componentes que para nuestro diseño deben ir en la cara inferior y realizamos una acción que nos permite cambiar todas las partes de nuestro componente de la cara superior a la inferior. Para ello seleccionamos de a un componente a la vez pulsando sobre el, una vez seleccionado el componente oprimimos el botón **Edit ----- Component**, a continuación se despliega una lista de opciones de la cual se debe seleccionar la opción **Place On**; una vez mas aparece una pequeña lista de opciones compuesta por **Top Side y Bottom Side**, en este caso como lo que se quiere es pasar a la cara inferior se debe oprimir la opción **Bottom Side**; esto permitirá pasar el

componente seleccionado a la cara inferior; es decir sus pads pasaran a la capa Bottom y las serigrafías tanto líneas como texto pasaran a la capa Bottom Silk (si estas se encuentran en la capa Top Silk). Hay que aclarar que al pasara a la capa inferior la perspectiva del pattern cambia, este cambio lo tiene en cuenta esta opción y se lo aplica a todo el componente.

Una vez se han transformado todos los componentes que se desean a la capa inferior, podemos empezar con la ubicación de los componentes; para ello solo basta con seleccionar el objeto y moverlo hacia la posición que se desea, las líneas guías (Nets) que están adheridas a cada componente se desplazarán con el objeto sin perder la conexión con los demás componentes. Finalizada la ubicación de cada uno de los componentes podemos empezar con la conexión de cada uno de ellos.


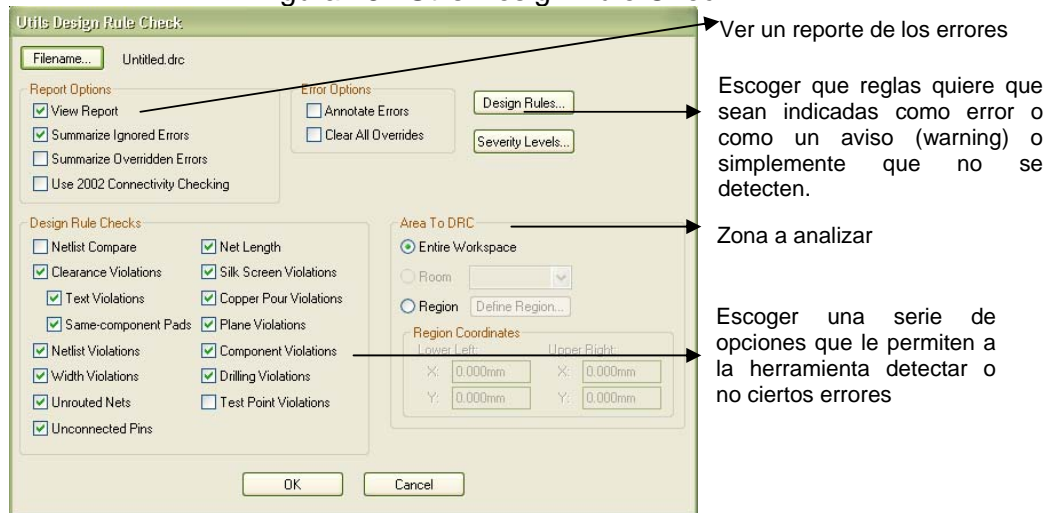


Un punto importante antes de empezar con el rutado, es el de activar la opción de detección de errores, la cual me indica si alguna de las líneas que se han trazado se han salido de la board, o si se encuentran muy cerca de un pad; para activar esta opción oprimir en el botón  **Online DRC** y esto permitirá que la herramienta de diseño del PCB detecte los errores en el momento en que se este realizando el rutado (los errores los marca con círculos de color azul). Si desea mayor o menor discriminación al momento de la detección de los errores puede seleccionar la opción **Utils** ---- **DRC** y a continuación le aparecerá una nueva ventana denominada **Utils Design Rule Check** (Ver figura 28).

Figura 28. Utils Design Rule Check



Al terminar de configurar las opciones que se desean analizar, oprimir la opción **OK**, para realizar un análisis previo al rutado, el cual me generara un informe sobre los posibles errores que existan. Una vez terminado el análisis y con la opción DRC activada se puede empezar con el rutado. (Si no se desea ningún tipo de detección de errores, basta con oprimir nuevamente el botón Online DRC  para desactivarlo).

Para realizar el rutado entre los diferentes componentes, oprimir el botón  **Route Manual**, a continuación podemos iniciar el rutado, para ello se selecciona el pad de uno de los componentes haciendo una vez click en el botón izquierdo del ratón sobre el pad; manteniendo oprimido se va desplazando el cursor hasta donde se desea terminar la primera trama del rutado y a continuación se suelta el botón del ratón; para continuar con el trazado se vuelve a hacer click en el botón izquierdo del mouse en el lugar donde se termino la primera trama y se repite el procedimiento anteriormente descrito.

Otra forma de seguir con el trazado del rutado es hacer nuevamente click en el botón izquierdo del ratón pero en el punto donde deseo que termine el rutado, a continuación la herramienta genera la ruta hasta ese punto. Cuando se termine el rutado, es decir se llegue hasta el pad del componente al cual debe estar conectado, se debe oprimir click derecho en el ratón y con esto se finaliza el rutado.

Existen otras opciones para que la forma como se traza la línea sea con ángulos de 90, 45 o que sean líneas libres o líneas cuya esquina es una curva. Para cambiar el tipo de línea que se desea usar en el trazado se puede hacer lo siguiente; cuando se esta trazando la línea, es decir cuando se encuentra con el botón izquierdo del ratón pulsado, se puede oprimir la tecla “o” y esto me permitirá cambiar entre los diferentes modos; además si queremos observar las diferentes posiciones que tiene el modo en el cual me encuentro, podemos oprimir la tecla “f”. Cabe anotar que estas acciones hay que realizarlas con el botón izquierdo del ratón pulsado (cuando se esta realizando el rutado).

Existen diferentes opciones dentro de la herramienta del PCB, que pueden facilitar el diseño del PCB. A continuación se hará una pequeña referencia sobre su modo de empleo.

3.3.1 Añadir componentes a un diseño ya establecido

Si se presenta el caso en el que dentro del esquemático se ha olvidado colocar algún componente o simplemente se desea añadir un componente mas al diseño, se puede simplemente cargar el componente necesario al área de trabajo y unirlo con el resto del diseño; para realizar esto, seleccionar el botón


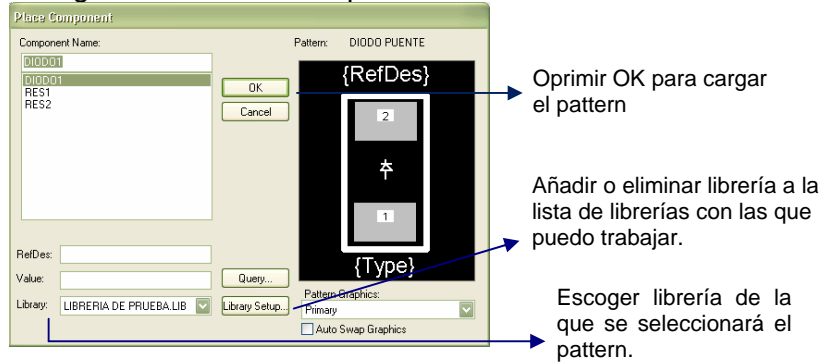

 **Place Component**, el cual abrirá una pantalla del mismo nombre (Ver figura 29).

Figura 29. Place Component



Una vez cargado el componente, debemos añadirlo al diseño, para ello primero hay que unirlo por medio de una guía (Net) pulsando el botón  **Place Connection**, una vez pulsado, hacer click sobre el pad al que queremos unir el componente y mantener pulsado el botón hasta llegar al pad del componente agregado. Una vez allí soltar el botón del ratón finalizando este procedimiento.

Posteriormente se debe realizar el rutado de este nuevo componente y para ello se realiza el mismo procedimiento explicado en el apartado **ubicación y conexión de componentes**.

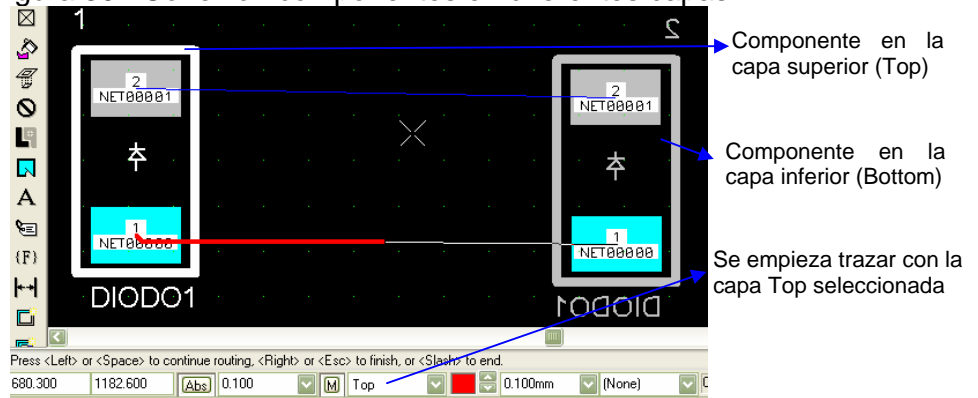
El anterior procedimiento puede ser la forma mas sencilla para añadir un componente a un diseño ya establecido, pero se recomienda que mejor se añada el componente directamente al diseño del esquemático, se vuelva a generar el Netlist y a continuación se vuelva a cargar el Netlist en la herramienta del PCB, cuando vuelva a cargar el Netlist se generara una ventana que le informa que la acción que va a realizar no se puede eliminar pero no presenta ningún problema, simplemente debe oprimir **Yes** y el nuevo Netlist se cargara sin perder el rutado que ya se había hecho, simplemente aparece el anterior diseño del PCB con el nuevo componente conectado a través de las guías, habrá que realizarle el correspondiente rutado al nuevo componente y así finalizar con el procedimiento de añadir un nuevo componente.

3.3.2 Como añadir y editar vías dentro del diseño

Para añadir vías dentro del diseño del PCB, existen varias opciones de las cuales solo se explicara la más utilizada.

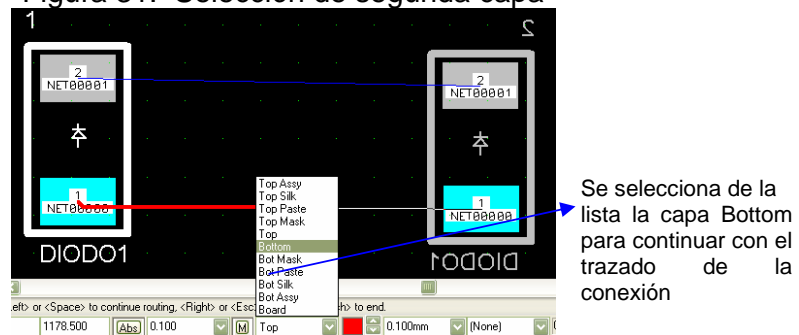
Si en el desarrollo del diseño, cuando se esta realizando la conexión de los diferentes dispositivos, se observa que se necesitan conectar dos dispositivos que se encuentran en capas diferentes (capa superior/capa inferior); no se podrá trazar una ruta directa entre ellas, para poder lograr la conexión se necesita de una vía. Para conseguir esa vía se debe trazar la conexión (Ver conexión entre componentes) hasta cierto punto del trazado de la ruta (Ver figura 30).

Figura 30. Conexión componentes en diferentes capas



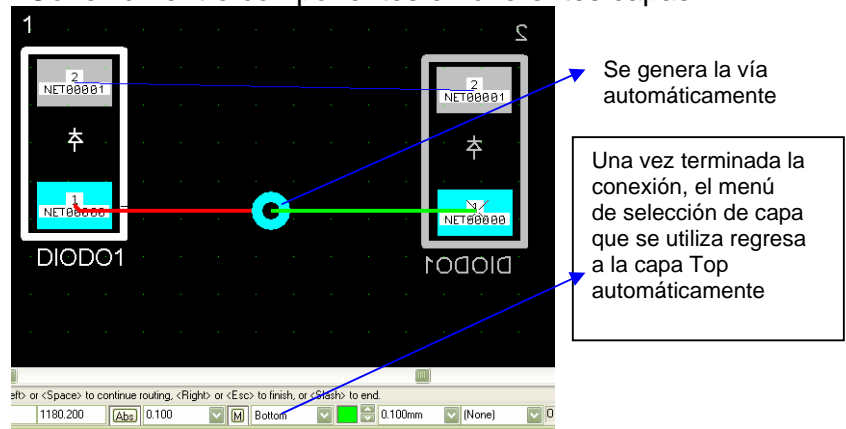
Una vez trazada cierta parte del tramo de conexión, se debe cambiar de capa para continuar con el trazado (Ver figura 31).


Figura 31. Selección de segunda capa



Al continuar con el trazado de la conexión entre los componentes, en el punto donde se inicia la nueva trama, automáticamente se genera una vía que me conecta la capa superior con la inferior y logrando así la conexión entre los componentes que se encuentran en capas diferentes. (Ver figura 32).

Figura 32. Conexión entre componentes en diferentes capas

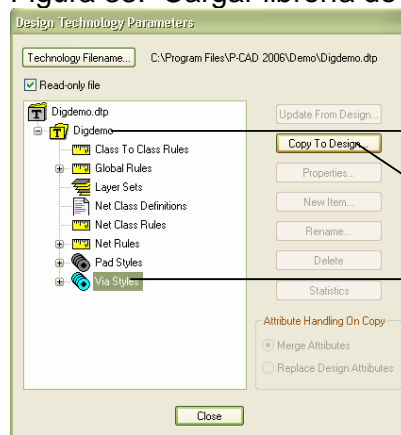


Cabe anotar que dentro de la barra de herramientas existe la herramienta **Place Via** , la cual se utiliza para introducir la vía, cuando se genera el circuito impreso desde la herramienta del PCB sin utilizar el Netlist generado del esquemático; ya que este es un procedimiento poco usual no se tendrá en cuenta dentro del desarrollo de este tutorial; solo se desea indicar donde se puede encontrar la herramienta de vía dentro del área de trabajo.

Es importante saber que las vías también se pueden editar; para poder realizar la edición cabe recordar que antes se debería haber cargado las librerías (como se explico al principio del tutorial); sino se realizo este proceso, se puede cargar solo la librería de las vías para evitar cambiar las opciones que ya se hayan establecidos en los pads de los componentes del diseño.

Para realizar la carga de la librería de las vías se debe realizar el mismo procedimiento que se explico en el tutorial de diseño de componentes, con la diferencia que solo se debe copiar al diseño la librería de vías; para acceder solo a la librería de las vías se debe abrir las diferentes partes de la librería **Digdemo** y seleccionar únicamente la parte de **Vias** y a continuación oprimir el botón **Copy To Design** para agregar la librería de vías al diseño. Al oprimir este botón se le preguntará si desea sobrescribir las características de las vías de su diseño, a lo cual, usted debe oprimir el botón **Yes** y continuar con la carga de las librerías (Ver figura 33).

Figura 33. Cargar librería de vías



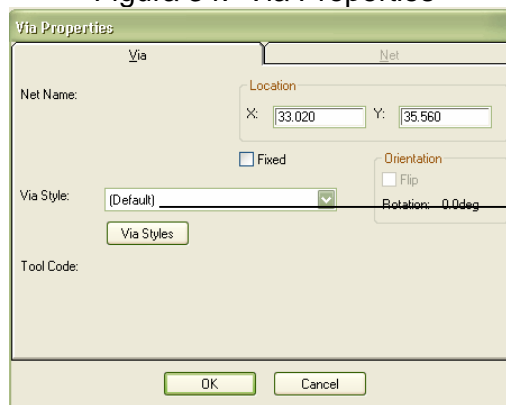
Desplegar la librería Digdemo.

Oprimir para iniciar la copia de la librería al diseño que se está realizando.

Seleccionar la librería de Vias.

Una vez se han cargado las librerías, seleccionar la vía que se desea editar, a continuación oprimir click derecho y de la lista que aparece escoger la opción **Properties** (Ver figura 34).

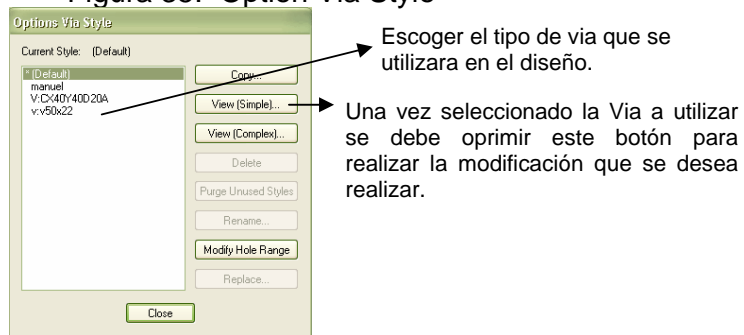
Figura 34. Via Properties



Oprimir para escoger un tipo de vía que se pueda editar, la vía por defecto no me permite ningún tipo de edición.

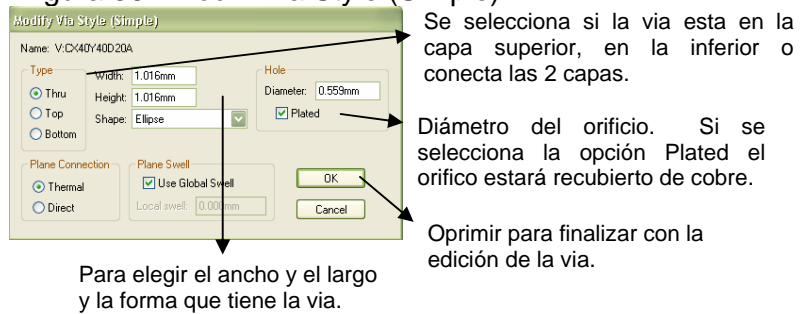
Al oprimir el botón **Via Style** aparecerá una nueva ventana como la que se muestra en la figura 35.

Figura 35. Option Via Style



Al oprimir el botón **View Simple...**, saldrá otra ventana como la se muestra en la figura 36.

Figura 36. Modif. Via Style (Simple)



Una vez oprimido el botón **OK**, se regresa a la ventana **Option Via Style**, donde se debe oprimir el botón **Close**, y por ultimo el botón **OK** de la ventana **Pad Properties** para finalizar con la edición de las vias.

3.3.3 Como elaborar taladros que no posean cobre

Estos taladros se utilizan a veces para aislar los componentes que se encuentran demasiado cerca y que pueden generar problemas debido a que se pueden generar arcos de tensión que dañen el circuito.

Para elaborar estos orificios basta con elegir la capa **board** y a continuación utilizando las herramientas para trazar arcos y líneas, elaborar la forma del taladro no metalizado, que posteriormente cuando se genere los archivos gerber, el software lo interpretara como parte del board y la maquina realizara un orificio que tenga las dimensiones que especifica la figura del taladro no metalizado.

3.3.4 Como editar los componentes del diseño del PCB

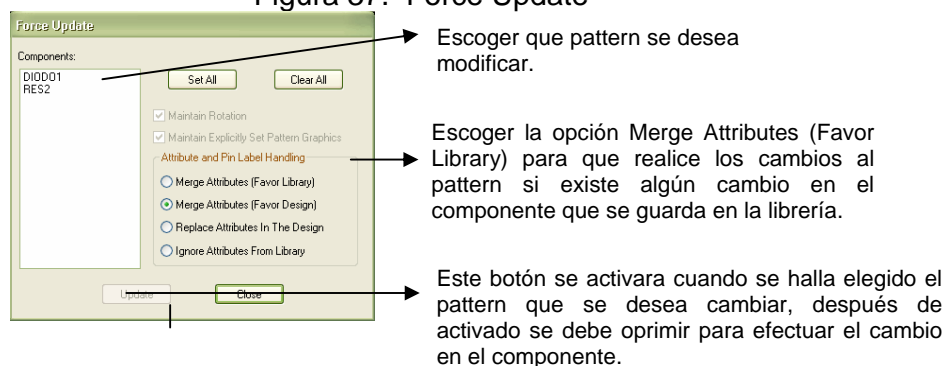
Si se desea editar alguno o varios componentes del PCB, se puede realizar la edición de cada uno de los componentes por separado directamente desde la

herramienta de diseño del PCB con la ayuda de las herramientas de líneas y arcos. Pero si se posee un diseño muy grande, el cual tiene varios componentes que se repiten y que se desean editar, la mejor forma es realizando el cambio desde la herramienta del **Pattern Editor**; allí se pueden agregar cualquier tipo de modificaciones a nuestro componente y guardarlas, para que después sean cargadas directamente en el diseño del circuito impreso que estamos trabajando sin necesidad de perder todo el trabajo que se haya realizado.

Para la edición de los componentes se debe realizar como se explico en el tutorial de diseño de componentes (principalmente la parte de edición de pads), para la parte de edición del contorno del componente ver el tutorial de opciones generales. Una vez terminada la edición de los componentes que se vayan a cambiar dentro de la herramienta Pattern Editor, se debe guardar los cambios efectuados. (Todo este procedimiento se efectúa en la herramienta **Pattern Editor** a la cual se puede acceder desde la herramienta de diseño de PCB a través de la ruta **Utils ----- PCAD Pattern Editor...**).

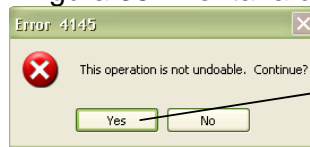
Una vez guardados todos los cambios realizados a cada uno de los componentes modificados, se puede regresar a la herramienta de diseño del PCB en donde se puede cargar dichos cambios realizados (los cambios tendrán efecto sobre los componentes que provengan de un mismo tipo de componente, así se evita modificar cada componente de manera individual). Para cargar los cambios realizados a los componentes se debe oprimir el botón **Utils ----- Force Update**, a continuación aparece una ventana como la que se muestra en la figura 37.

Figura 37. Force Update



Al oprimir el botón **Update**, aparecerá una nueva ventana que me indica que la operación que se va a realizar no se puede corregir **Not Unload** (Ver figura 38), por esto debemos estar seguros de que pattern es el que voy a cambiar antes de realizar esta acción.

Figura 38. Ventana de advertencia



Oprimir el botón Yes para realizar la edición del pattern directamente en el diseño en el que estamos trabajando.

Una vez oprimido este botón se puede observar el cambio que se efectúa en cada uno de los pattern que provienen de un mismo componente.

o Nota: Si se realiza la edición directamente en el diseño del PCB sin utilizar la herramienta Pattern Editor, las líneas que se añadan al Pattern no se unirán al resto de la figura, esto no ocasionará ningún problema, lo único que hay que tener en cuenta es que cuando se creen, las líneas o arcos, deben estar en la misma capa en la que se encuentra el contorno del pattern al que se va a añadir, para que no exista ningún problema al momento de crear los archivos Gerber y el programa pueda identificar correctamente en que capa se encuentra esta línea.

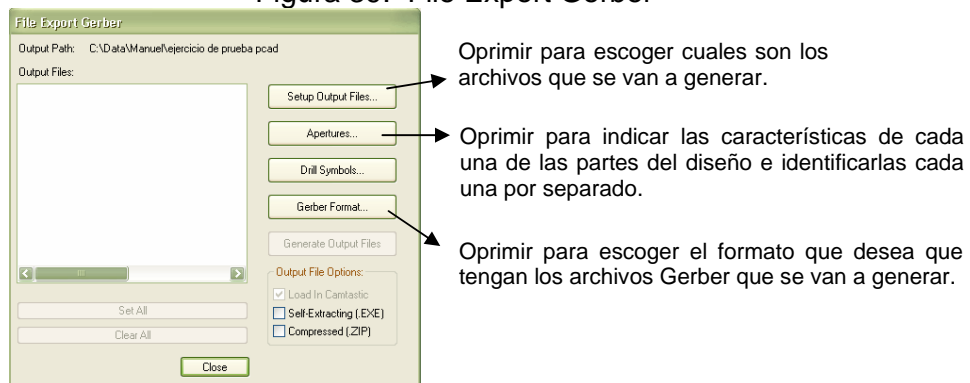
El método explicado anteriormente se puede utilizar cuando el diseño es muy grande y posee demasiados componentes, ya que nos evita modificar uno a uno los componentes. Una vez terminado el diseño del circuito impreso podemos empezar a generar los archivos necesarios para la puesta en marcha de la fabricación de los circuitos impresos.

3.4 GENERACIÓN DE LOS ARCHIVOS GERBERS

Finalizado el diseño del circuito impreso, podemos ahora generar los archivos Gerber; estos archivos generan las diferentes capas que posee el diseño y que puede entender la maquinaria que los va a fabricar.

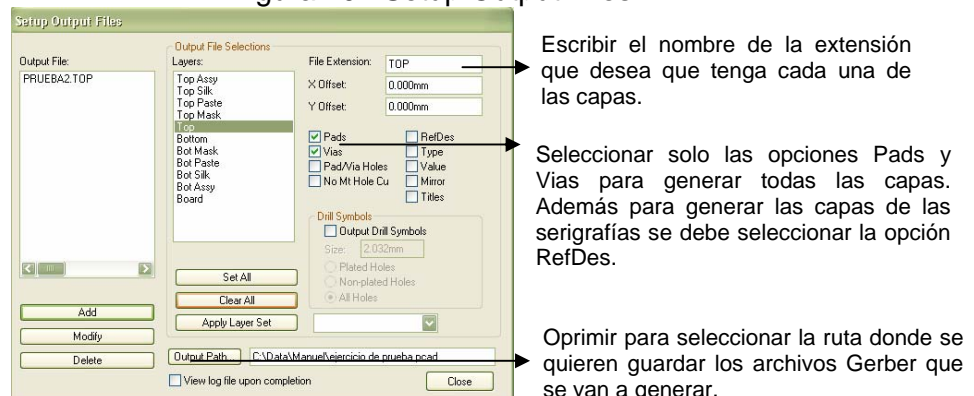
Para empezar con la generación de los Gerber, oprimir el botón **File** ----- **Export** ----- **Gerbers...**, a continuación se abrirá una nueva ventana como la que se muestra en la figura 39.

Figura 39. File Export Gerber



Dentro de la ventana **File Export Gerber**, oprimir el botón **Setup Output Files...**, del cual aparecerá una nueva ventana del mismo nombre (Ver figura 40).

Figura 40. Setup Output Files

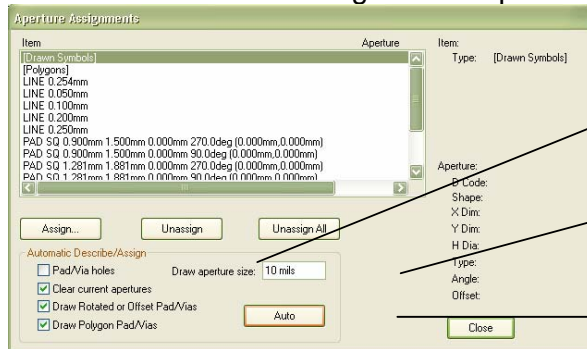


Para añadir cada una de las capas, primero se debe poner el nombre de la extensión de la capa (en el ejemplo TOP), seleccionar la capa que se desea exportar (ejemplo Top), a continuación señalar las opciones Pad y vias y luego oprimir el botón **Add** con el cual añadimos la capa que se va a generar a la lista del cuadro **Output File**. (Este mismo procedimiento se realiza para el resto de capas).

Una vez se ha terminado de añadir todas las capas a exportar, se debe elegir la dirección donde se desea que se guarden los archivos Gerber que se van a generar y por ultimo oprimir el botón **Close** que nos llevara nuevamente a la ventana **File Export Gerber**.

Dentro de esta ventana, oprimir el botón **Aperturas**, acto seguido aparece una nueva del mismo nombre (Ver figura 41).

Figura 41. Aperture Assignments



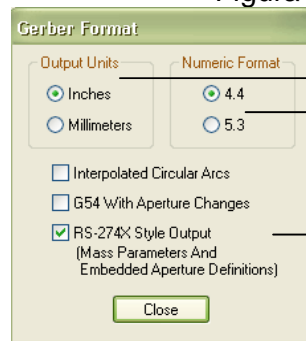
Seleccionar todas las opciones excepto la opción Pad/Vias holes

Se elige el tamaño de apertura el cual se recomienda sea de 10 mils.

Oprimir el botón Auto para que asigne automáticamente las aberturas de cada una de las partes del diseño.

Una vez terminada la selección de las aberturas, oprimir el botón **Close** para regresar a la ventana **File Export Gerber**; allí se debe oprimir el botón **Gerber Format** que nos conducirá a la ventana que se muestra en la figura 42.

Figura 42. Gerber Format



Escoger la opción Inches

Escoger la opción 4.4 para el formato de las unidades que va a manejar el archivo gerber cuando se genere.

Seleccionar las opciones G54 With Aperture Changes y RS-274X Style Output.

Una vez terminada la selección de cada una de las opciones indicadas en la figura anterior, oprimir el botón **Close**.

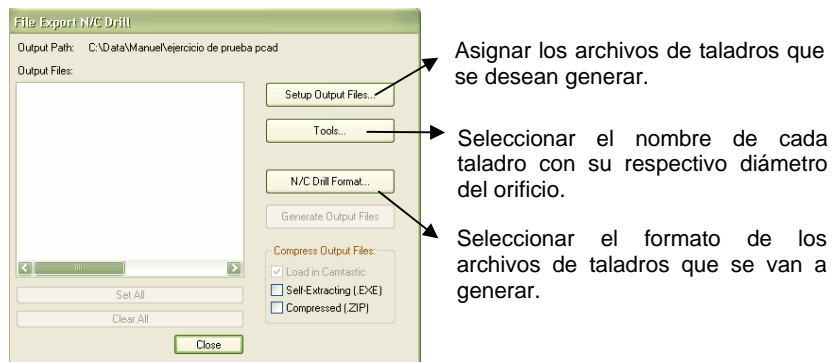
Con esto se termina la configuración de los archivos gerber y solo falta generarlos; para ello se debe seleccionar todas las capas que se han creado pulsando el botón **Set All** y luego oprimir el botón **Generate Output Files**. Al hacer esto, lanza automáticamente el visor CamCastic que me permite ver cada una de las capas que se han generado. Si se desea generar un archivo comprimido (.zip) o un archivo ejecutable (.exe) de los archivos gerber que se van a generar; se debe seleccionar las casillas **.EXE** y **.ZIP** antes de oprimir el botón **Generate Output Files**.

Una vez finalizada la creación de los archivos Gerber, podemos empezar a generar los archivos de taladros (**N/C Drill**), los cuales me indican la posición de cada uno de los Pads tipo Thru y de las Vías que existan en el diseño para que la maquina los pueda ubicar correctamente en el momento de la fabricación del circuito impreso.

3.5 GENERACIÓN DE LOS ARCHIVOS N/C DRILL (TALADROS)

Como ya se ha dicho estos archivos son necesarios para saber la ubicación de cada uno de las vías o pads (del tipo Thru) que se deben realizar en el diseño, para poder crear estos archivos, oprimir el botón **File ----- Export - ----- N/C Drill**, con lo cual aparecerá una nueva ventana llamada **File Export N/C Drill** (Ver figura 43).

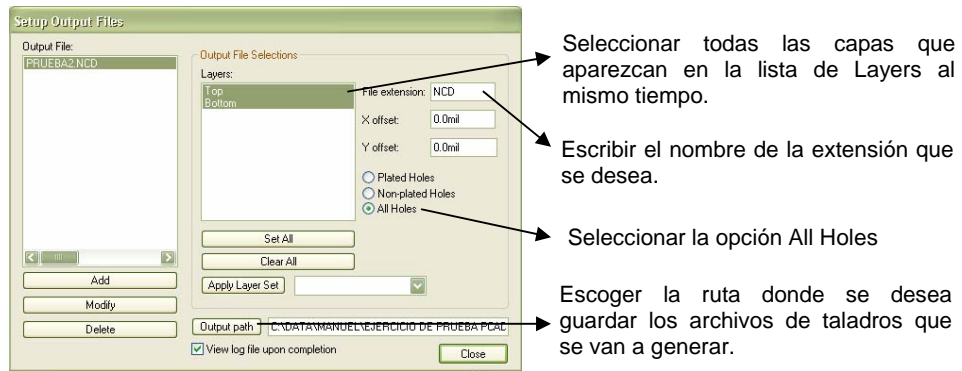
Figura 43. File Export N/C Drill



Una vez conocido de manera muy general las características de cada opción, veremos que pasos hay que seguir para la generación de los archivos de taladros.

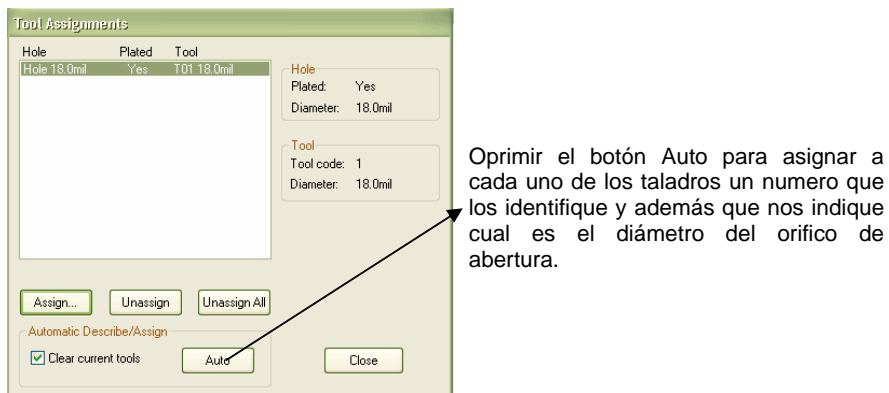
Primero se debe oprimir el botón **Setup Output Files...**, al hacerlo aparecerá una nueva ventana del mismo nombre (Ver figura 44).

Figura 44. Setup Output Files



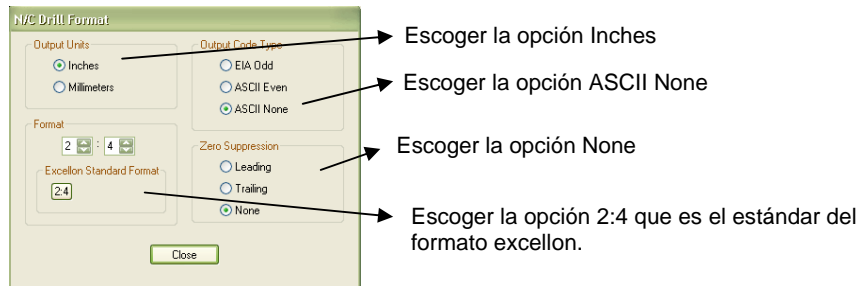
Una vez realizados los pasos mostrados en la figura anterior, oprimir el botón **Close** para regresar a la ventana de **File Export N/C Drill**, en donde se debe oprimir el botón **Tools...**, acto seguido aparecerá la ventana **Tool Assignments** (Ver figura 45).

Figura 45. Tool Assignments



Terminada la acción descrita en la figura, oprimir el botón **Close** para regresar a la ventana **File Export N/C Drill**; una vez allí oprimir el botón **N/C Drill Format...**, el cual nos llevara a la ventana **N/C Drill Format...** (Ver figura 36).

Figura 46. N/C Drill Format



Una vez marcadas las opciones, se debe oprimir el botón **Close** que nos permitirá regresar a la ventana **File Export N/C Drill**, allí podremos oprimir por ultimo el botón **Generate Output Files**, el cual generará los archivos de taladros. (Si se desea que además se genere un archivo comprimido .zip que contenga los archivos de taladros se debe seleccionar la casilla **.zip** antes de oprimir el botón **Generate Output Files**).

Finalizada la generación de los archivos necesarios para la fabricación del PCB, se da por terminada tanto la explicación de la herramienta PCB como la de este tutorial.