

Práctica 3

Diseño del Sistema Mínimo para el ATmega16

Islas Bravo, Andrés.

Estudiante - Laboratorio de
Microcontroladores.

Departamento de Arquitectura e
Ingeniería

*Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey*

Ciudad de México, México

a01339391@itesm.mx

Valverde López, Juan Pablo.

Estudiante - Laboratorio de
Microcontroladores.

Departamento de Arquitectura e
Ingeniería

*Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey*

Ciudad de México, México

a01656127@itesm.mx

Zhu Chen, Alfredo.

Estudiante - Laboratorio de
Microcontroladores.

Departamento de Arquitectura e
Ingeniería

*Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey*

Ciudad de México, México

a01651980@itesm.mx

Abstract

The fundamental purpose of this practice is to optimize PCBs' designs and abstract their Gerber code. The optimization is achieved by understanding how those artefacts are manufactured, and based on that reducing the number of tasks required to get the final product. In this case, the principal difference is in the reduction of unnecessary copper removal. And referred to Gerber code, its generation importance will be understood by visualizing the production systems, where the manufacturers just need this information in order to produce the desired PCB.

microprocesador, etc. El sistema mínimo de un microcontrolador es el circuito base con los componentes necesarios e indispensables para poder programarlo y que realice sus funciones asignadas. El sistema mínimo requiere de pines de interconexión para los puertos, la alimentación, la tierra física, las entradas de funciones y un sistema de reinicio hecho con un botón y un capacitor[1].

La arquitectura AVR ATmega 16 tiene dos espacios de memoria principales, el espacio de memoria de datos y el de memoria de programa. Además, el ATmega16 tiene una memoria EEPROM para el almacenamiento de datos. Los tres espacios de memoria mencionados son lineales y regulares. El ATmega16 contiene 16Kbytes de memoria Flash de sistema en chip re-programable para almacenar el programa, ya que todas las instrucciones AVR son 16 o 32 bits de ancho, la Flash está organizada como 8Kx16. Por seguridad de software, el espacio de memoria de la Flash está dividido en dos secciones, sección para el programa de arranque y sección para el programa de aplicación[2].

I. NOMENCLATURA

Placa de circuito impreso,	PCB.
Tierra física,	GND.
Circuito Integrado,	IC.
memoria de acceso aleatorio,	RAM.
memoria de solo lectura,	ROM.
ROM programable y borrrable eléctricamente,	EEPROM.

II. INTRODUCCIÓN

Dentro del presente documento se abordarán las técnicas para generar Gerbers correspondientes a las PCBs que se habrán diseñado. Por otra parte se entenderá el método de manufactura de cada placa, desde cómo son estas antes de ser tratadas y que función realiza la maquinaria para llegar al resultado final. Así mismo, como adelanto, tras entender la manufactura, se deseará evitar la completa remoción de la capa de cobre e incluso se buscará aprovecharla uniéndola a los pines de tierra; todo esto se abordará. Por otra parte, dentro del proceso de entendimiento, se exaltará la importancia de generar Gerbers y se explicará cómo hacerlos.

III. MARCO TEÓRICO

El microcontrolador es un IC programable equipado internamente con elementos auxiliares, tales como: puertos, memoria RAM, memoria ROM, temporizadores,

IV. DESARROLLO

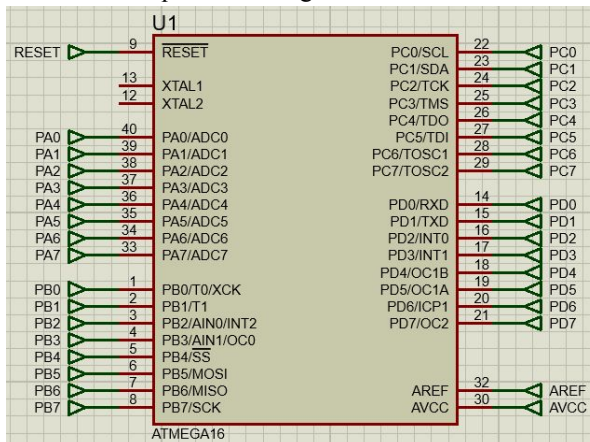
La presente práctica pretende ahondar en el diseño esquemático de componentes y sistemas. Con una gran diferencia, en esta ocasión se diseñará el sistema mínimo para el funcionamiento del microcontrolador ATmega16. Para poder llevar a cabo este diseño, se consideraron los siguiente componentes en Proteus.

Componente	Nombre en ISIS	Paquete PCB
ATmega16	ATMEGA16	DIL40
Resistencia	RES	RES40
Capacitor Térmico	CAP	CAP20

Capacitor Electrolítico	CAP-ELEC	ELEC-RAD10
Push-Button	BUTTON	PUSH_BUTTON _CLASE

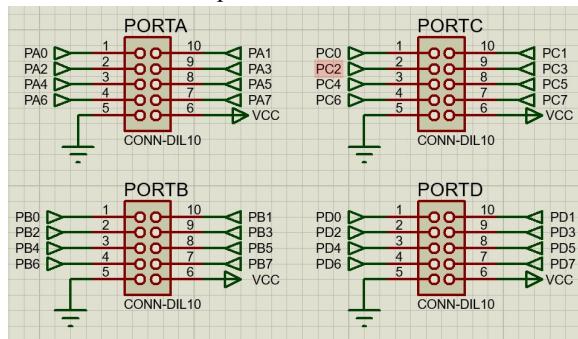
Tabla 1: Componentes necesarios para el funcionamiento del Sistema Mínimo ATmega16.

Al ser un primer acercamiento al ATmega16, se partió primero en su diseño PCB, donde se deben considerar varios conectores, para sus 4 puertos (A,B,C, D) de 8 bits cada uno. Las funciones especiales disponibles en los puertos no serán consideradas para este diseño, los puertos serán ocupados como entradas y salidas. Es decir, el respectivo etiquetado del microcontrolador queda de la siguiente manera:



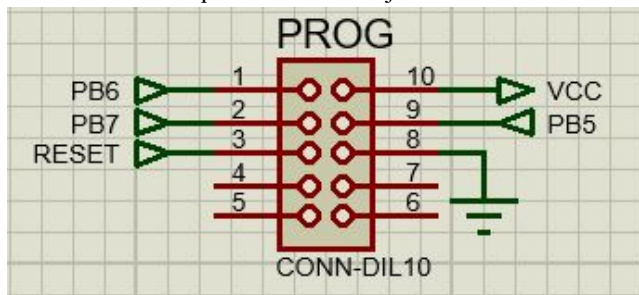
Captura 1: Etiquetado ATmega16.

Con respecto a los puertos de Entrada/Salida, se utilizaron conectores duales de 10 pines:



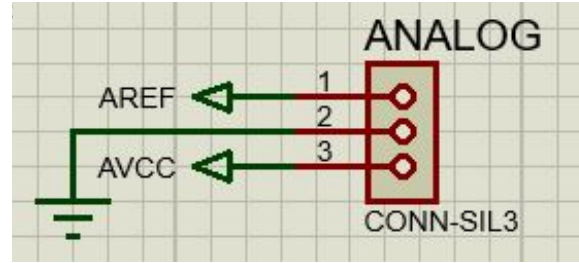
Captura 2: Conectores para los puertos de Entrada/Salida del ATmega16.

Además de los conectores para puertos, se necesita otro dedicado para la programación del microcontrolador ATmega16, el mismo que será utilizado para variar las condiciones en las que se desee trabajar el microcontrolador.



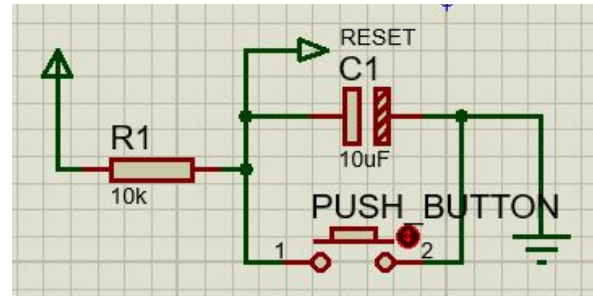
Captura 3: Conector de programación ATmega16.

Otro conector de absoluta necesidad es el de conexión analógica para el ATmega16, este conector a diferencia de los antes mostrados, es de tipo individual (*single in line*).



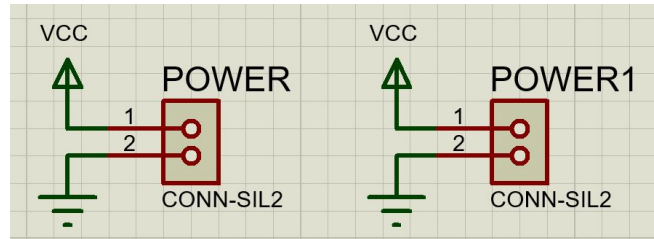
Captura 4: Conector de analógico del ATmega16.

Una consideración necesaria para el funcionamiento del ATmega16 es que cuente con un sistema de reinicio del microcontrolador, uno de los sistemas *RESET* más fáciles de adecuar al ATmega16 es el externo, que cuenta con un botón que al ser accionado el PIN 9 leerá un 0 y se reiniciará, caso contrario permanecerá encendido y funcionando.



Captura 5: Sistema de RESET para el Sistema mínimo del ATmega16.

Finalmente, para que funcione, el microcontrolador necesita ser energizado, para ello se dispuso de 2 conectores de 2 entradas tipo individual, el uno para poder energizar el microcontrolador y uno extra para uso múltiple de quien precise utilizar la PCB a diseñar.



Captura 6: Conectores de energización y uso múltiple del ATmega16.

Una vez terminado el diseño esquemático, lo siguiente a realizar es el diseño PCB, el cual contempla ciertas consideraciones de diseño especificadas en las tres siguientes tablas.

Especificaciones Mínimas para el tamaño de PADs	
Forma Circular	C-50-30
Forma Cuadrada	S-50-25

Tabla 2: Consideraciones mínimas para el tamaños de PADs

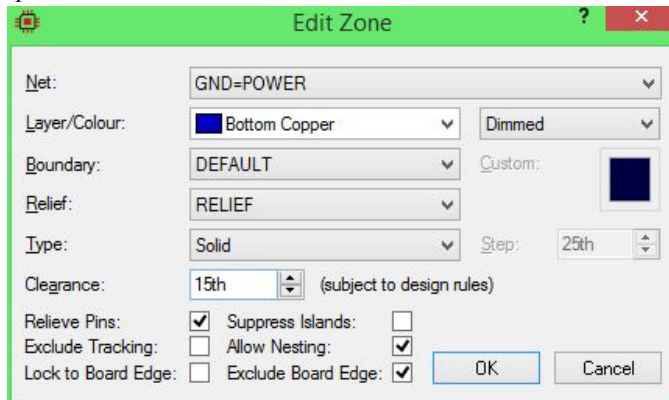
Especificaciones Mínimas para el diseño en capas	
Trace Style	T20
Neck Style	Default
Via Style	V50

Tabla 2: Reglas mínimas de diseño

Power Plane	
Clearance	15 [th]

Tabla 3: Despeje para Power Plane

Es importante mencionar la utilidad de la capa recubridora “Power Plane” que se encarga de funcionar como tierra GND para las entradas lógicas que así lo requieran del microcontrolador. Para el diseño de esta PCB fue necesaria dos capas de recubrimiento Power Plane, ya que el cobre que fue utilizado para unir la circuitería se desgastó en dos diferentes tipos de capas, “Top Copper” y “Bottom Copper”. Es importante tener en cuenta que en su gran mayoría las PCB son placas hechas de cobre, donde se manufacturan o imprimen, pequeños taladros perforan o desgastan el cobre de la superficie para que ofrezca nula o muy poca resistencia al paso de corriente (energizado) del sistema, de la mismas manera cuando se habilita la “Power Plane” se programa a la impresora para que recubra o no desgaste la placa y así ofrezcan una resistencia que prácticamente es tierra. Esta opción se encuentra en “Power Plane Generator” dentro del apartado de “Tools”.



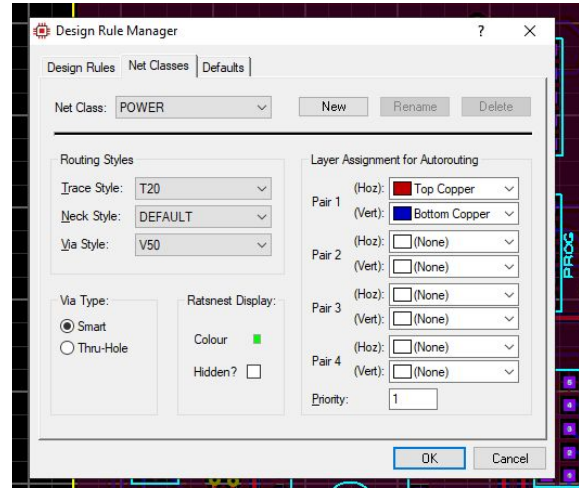
Captura 7: Configuración del Power Plane

Las consideraciones de diseño fueron ajustadas en el apartado de “Design Rule Manager”, ubicado en la esquina superior derecha de la pestaña “PCB Layout”



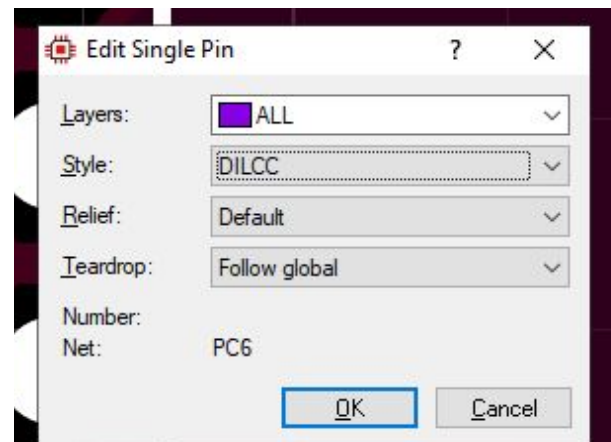
Captura 8: Ícono del Design Rule Manager

En las casillas de “Trace Style”, “Neck Style” y “Via Style” se selecciona lo especificado en la tabla 2 antes mostrada.



Captura 9: Menú configuración Design Rule Manager

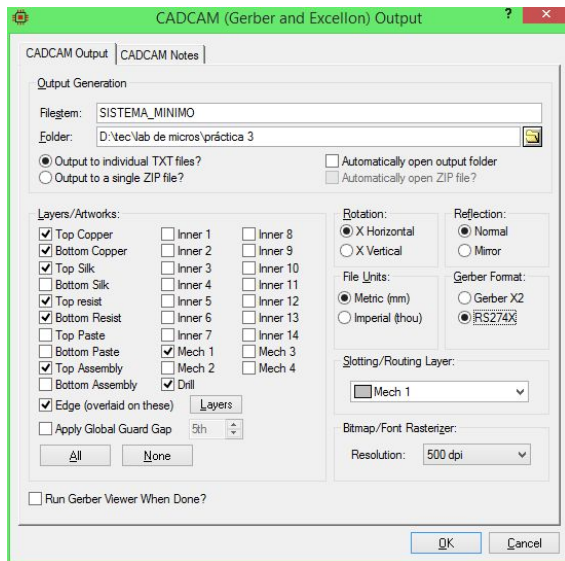
Para poder configurar el tamaño de los PADs que son los conectores de los componentes mismos, se da *click* derecho, se selecciona la opción de “Edit Pin”, una vez se despliega la ventana de configuración del pin, si este es circular o cuadrado se selecciona su diámetro interno, externo y el grosor de acuerdo a la tabla 1.



Captura 10: Menú configuración Design PIN

El diseño de los pines aumenta su importancia conforme se agregan componentes a colocar en la PCB, pues ellos pueden otorgar o denegar libertades de diseño en cuanto a ofrecer espacios por donde el diseñador puede pasar para conectar los pines de los componentes.

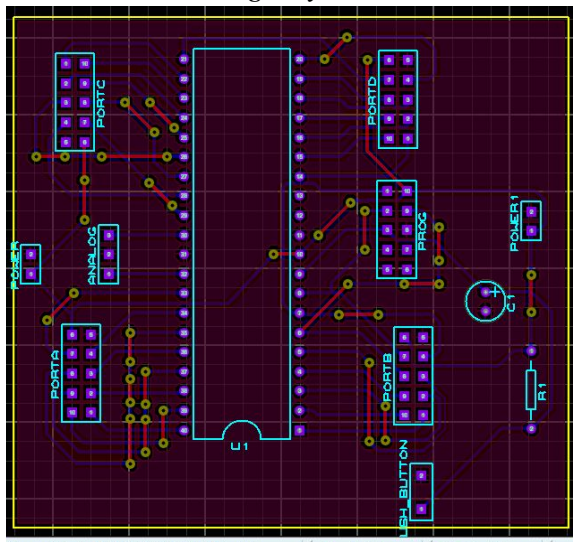
Al finalizar las conexiones de las pistas y generar la capa recubridora para ambos lados, se generaron los archivos Gerber para el lugar donde se fabrique y se pueda imprimir la placa en el caso de ser necesario. Para lograr esto, se selecciona “Generate Gerber” en el apartado de “Output”. El programa verifica que no haya errores en el diseño y que esté listo. La configuración de los parámetros se muestra en la siguiente captura, se seleccionaron todas las capas y el formato Gerber dependiendo del fabricante:



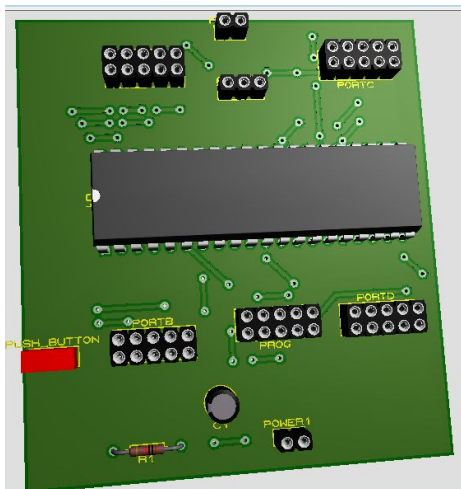
Captura 11: Configuración para generar archivos Gerber

V. RESULTADOS

A. Vista PCB ATmega16 y conectores



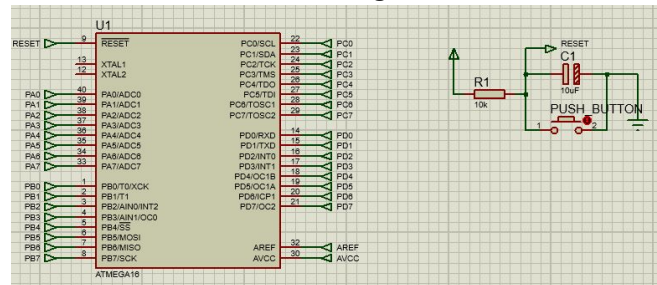
Captura 12 : PCB ATmega16.



Captura 12.1 : Vista 3D PCB ATmega16.

Para simular las funcionalidades del ATmega16, basta con tener el microcontrolador y el sistema de reinicio como el esquemático. De esta forma se creó un nuevo proyecto de Proteus donde solo incluye estas dos partes.

B. Sistema Mínimo - ATmega16



Captura 13: Sistema Mínimo del ATmega16 para simular en futuras prácticas.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
A01651980_PRE3	02/09/2020 12:33 a...	Carpeta de archivos	
A01651980_PRE3.zip	02/09/2020 12:34 a...	Archivo WinRAR Z...	250 KB
Backup Of SISTEMA_MINIMO.pdsbak	02/09/2020 08:11 a...	Archivo PDSBAK	11 KB
Last Loaded SISTEMA_MINIMO.pdsbak	02/09/2020 09:48 a...	Archivo PDSBAK	25 KB
memorias.docx	02/09/2020 12:28 a...	Documento de Mi...	110 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Bottom Copper.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	45 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Drill.DRL	02/09/2020 09:43 a...	Archivo DRL	2 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Drill.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	30 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Mechanical 1.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	1 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Netlist.IPC	02/09/2020 09:43 a...	Archivo IPC	9 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM READ-ME.TXT	02/09/2020 09:43 a...	Documento de tex...	4 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Top Assembly.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	12 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Top Copper.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	35 KB
SISTEMA_MINIMO - CAD/CAM Top Silk Screen.GBR	02/09/2020 09:43 a...	Archivo GBR	12 KB
SISTEMA_MINIMO.pdsprj	02/09/2020 09:57 a...	Proteus Project	25 KB
SISTEMA_MINIMO.pdsprj.Alfzzzzz.workspace	02/09/2020 10:42 a...	Archivo WORKSP...	1 KB
sistema_minimo_simulación.pdsprj	02/09/2020 10:12 a...	Proteus Project	15 KB
sistema_minimo_simulación.pdsprj.Alfzzzzz.workspace	02/09/2020 10:12 a...	Archivo WORKSP...	1 KB

Captura 14: Archivos Gerber Generados del Sistema Mínimo para el ATmega16.

VI. CONCLUSIONES

Andrés Islas Bravo:

En esta práctica se dominaron nuevas habilidades sobre el diseño de PCBs. Se aprendió que debido a que el proceso de manufactura, donde para crear las pistas se remueve cobre en lugar de ponerlo, el diseñar un PCB que solo tuviera los caminos del circuito resulta costoso e ineficiente. Por ello aprendimos a generar diseños donde prevalece la mayoría de la base y solo se remueve lo necesario. Así mismo aprendimos a aprovechar dicha base como tierra para nuestro componente. Finalmente generamos el archivo Gerber correspondiente para la construcción de nuestros diseños, estos Gerbers los entendemos como algo fundamental, ya que por una parte la labor del que realizará nuestras placas será menor y por otra parte, esto protegerá hasta cierto nivel nuestra propiedad intelectual.

Juan Pablo Valverde López:

Los diagramas esquemáticos tienen cables, pero en la vida real no hay cables. Las interconexiones físicas, incluidas las trazas de PCB, son resistencias de bajo valor. El hecho de que a menudo podamos ignorar esta resistencia de interconexión no significa que no tenga ningún efecto sobre la funcionalidad de un circuito. "Un plano de tierra mejora las características eléctricas de su circuito al mismo tiempo que simplifica su

tarea de diseño y, en algunos casos, reduce el tamaño de su PCB” [3]. Este plano le permite acceder a la red de tierra en cualquier lugar donde pueda meterse en una vía, y apretar una vía es mucho más fácil que serpentear una conexión a tierra a través de una variedad enredada de pistas.

Alfredo Zhu Chen:

Esta práctica me permitió conocer lo que compone el sistema mínimo del microcontrolador AVR ATmega16. Implementé la PCB del mismo con base en ciertas reglas de diseño y también aprendí a generar planos de tierra con el “*Power plane*”. Esto es muy importante porque trae muchas ventajas para una PCB, como reducción de tiempo en fabricación o facilitar la conexión a la pista de la tierra. Así mismo, logré generar los archivos Gerber para imprimir la placa en algún caso futuro que sea necesario.

VII. REFERENCIAS

- [1] Oviedo, R. Espinosa, M.. (2007). Sistema mínimo de propósito general basado en el microcontrolador con operación en un sistema de red. [Archivo PDF]. Obtenido desde: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10174.pdf
- [2] ATMEL. (2010). 8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash – AtMega Atmega16L. [Archivo PDF]. Obtenido desde: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf>
- [3] Keim, R. (2019). AllAboutCircuits. PCB Layout Tips and Tricks: Use a Ground Plane Whenever Possible. Obtenido desde: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/pcb-layout-tips-and-tricks-use-a-ground-plane-whenever-possible/>