

DISEÑO DEL PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA EL
SUMINISTRO DEL ALIMENTO DE LAS MASCOTAS

CAMILO CADAVID CARDONA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERIAS

TECNOLOGÍA MECATRÓNICA

MEDELLÍN

2012

DISEÑO DEL PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA EL
SUMINISTRO DEL ALIMENTO DE LAS MASCOTAS

CAMILO CADAVID CARDONA

PROYECTO DE GRADO COMO RESQUICITO PARA OPTAR AL
TITULO DE TECNÓLOGO EN MECATRONICA

ASESOR

MAURICIO VELÁSQUEZ MONTOYA

INGENIERO EN INSTRUMENTACION Y CONTROL

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERIAS

TECNOLOGÍA MECATRÓNICA

MEDELLÍN

2012

CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	8
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	13
3.1. OBJETIVO GENERAL	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. REFERENTES TEÓRICOS.....	14
4.1. SOFTWARES SIMULADORES DE CIRCUITOS ELECTRONICOS.....	14
4.1.1. EAGLE PCB	14
4.1.2. PROTEUS	15
4.1.3. DIPTRACE.....	16
4.2. MOTORES.....	17
4.2.1. MOTORES DE COMBUSTION	18
4.2.2. MOTORES ELECTRICOS.....	19
4.2.2.1. MOTORES SERIE.....	20
4.2.2.2. SERVOMOTORES.....	21
4.2.2.3. MOTORES PASO A PASO	22
4.3. MICROCONTROLADORES.....	23
4.3.2. FREESCALE	24

4.3.3.	INTEL.....	24
4.3.4.	ATMEL.....	25
4.3.5.	MICROCHIP	26
4.3.5.1.	MICROCONTROLADOR PIC 16F88.....	27
4.4.	PANTALLAS LCD	31
4.4.2.	PANTALLA LCD 16x2 MONOCROMATICA.....	31
4.5.	SOFTWARE DE PROGRAMACION Y SIMULACION PARA MICROCONTROLADORES MPLAB IDE	32
4.6.	COMPILADOR A LENGUAJE DE MICROCONTROLADORES CCS COMPILER	33
4.7.	SOFTWARE DE DISEÑO MECANICO.....	34
4.7.1.	SOLID EDGE.....	35
4.7.2.	AUTOCAD 2010	36
4.7.3.	IRONCAD	37
4.7.4.	INTEGRADO UL2003.....	38
5.	METODOLOGÍA.....	40
6.	DESARROLLO DEL TRABAJO	43
6.1.	ANÁLISIS DE DESARROLLO.....	43
6.2.	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	45
6.3.	DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN PROTEUS ISIS	48
6.4.	SIMULACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.....	50
6.5.	DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO EN PROTEUS ARES.....	51
6.6.	DISEÑO DE LA CARCASA DEL DISPOSITIVO EN UNA VERSIÓN DE PRUEBA DE AUTOCAD 2010.....	53

6.7.	ANÁLISIS DEL PROTOTIPO	57
6.7.1.	ANÁLISIS DE LA TARJETA ELECTRÓNICA.....	57
6.7.2.	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA LCD	58
6.7.3.	ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.....	59
7.	RECURSO HUMANO, TÉCNICO Y PRESUPUESTO	60
7.1.	RECURSO HUMANOS.....	60
7.2.	RECURSOS TÉCNICOS	60
7.3.	PRESUPUESTO	61
8.	CONCLUSIONES.....	62
9.	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA.....	66

LISTADO DE FIGURAS

	PÁG.
Ilustración 1: EAGLE PCB	14
Ilustración 2: PROTEUS ISIS y ARES	15
Ilustración 3: DipTrace	16
Ilustración 4: motores.....	17
Ilustración 5: motor de combustión	18
Ilustración 6: Motores eléctricos.....	19
Ilustración 7: Servomotor	21
Ilustración 8: Motor paso a paso	22
Ilustración 9: Microcontroladores	23
Ilustración 10: Microcontrolador ATMEL	25
Ilustración 11: Microchip	26
Ilustración 12: Integrado PIC 16F88	27
Ilustración 13: Pines del PIC 16F88.....	29
Ilustración 14: Pantalla LCD 16x2.....	32
Ilustración 15: Software MPLAB IDE	33
Ilustración 16: CCS Compiler.....	34
Ilustración 17: Software Solid Edge	35
Ilustración 18: AutoCAD 2010.....	36
Ilustración 19: Software IronCAD.....	37
Ilustración 20: UL2003	38
Ilustración 21: Especificaciones técnicas UL2030	39
Ilustración 22: diagrama de flujo del algoritmo del dispositivo	47
Ilustración 23: diseño electrónico del dispositivo	49
Ilustración 24: circuito impreso del dispositivo	52

Ilustración 25: circuito en 3D.....	53
Ilustración 26: base del dispositivo	54
Ilustración 27: cuerpo del dispositivo	54
Ilustración 28: dispositivo con recipiente.....	55
Ilustración 29: ensamble del dispositivo.....	56

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología está cada vez más en nuestros hogares, mejorando la calidad de vida y reduciendo la aparición de una serie de enfermedades. La tecnología se ha vuelto tan indispensable en nuestros hogares que no deseamos un mundo sin la ayuda de ella. Hoy en día, no solo avanza en el campo humano, los estudios e investigaciones tecnológicas para mejorar la vida de los animales aumentan asombrosamente.

El presente proyecto recopila los conocimientos adquiridos durante el periodo académico 2009-2 a 2012-2 en la tecnología en Mecatrónica, utilizándolos como solución a una problemática social, económica, ambiental y cultural que se presenta en la población del Valle del Aburra de Antioquia, Colombia.

El suministro del alimento de los perros y gatos que viven en los hogares del Valle del Aburra, está asociado a una serie de problemas tanto para el hombre como para las mascotas. Estos problemas pueden terminar con la vida de las mascotas y así mismo empeorar la calidad de vida de sus protectores.

De lo anterior, se propone una solución técnica e innovadora que sirva como respuesta a todas las problemáticas asociadas al suministro del alimento de las mascotas del Valle del Aburra, esta solución se trata de diseñar un prototipo de un dispositivo que suministre el alimento de los perros y gatos.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los hogares antioqueños las mascotas son comunes, en especial los perros y los gatos. Estas familias dedican una gran parte de su tiempo a la alimentación y el cuidado de sus mascotas. Este cuidado está asociado a una serie de problemas de salud tanto para los animales como para las personas.

La falta de descanso es la principal causa de dolencias para las personas encargadas en el cuidado de las mascotas, estas dolencias pueden provocar enfermedades físicas y psicológicas, tales como dolores musculares y desgaste articulares causados por posturas forzadas y movimientos repetidos; enfermedades mentales causadas por estrés, dolores de cabeza, insomnio, entre otras.

El estrés y la obesidad son dos enfermedades asociadas al mal hábito alimenticio y además son comunes en la mayoría de las mascotas de los hogares antioqueños. Estas enfermedades causan a su vez, enfermedades más graves, como los problemas cardíacos, respiratorios, digestivos y óseos; haciendo que en Antioquia haya un gran número de mortalidad canina y felina por mal hábito alimenticio.

De lo anterior, también hay que mencionar que en Antioquia hay un número significativo de mortalidad felina y canina por inanición, asociado al descuido de los propietarios que no suministran alimento a sus mascotas por varios días.

El suministro del alimento de las mascotas antioqueñas es una de las actividades más importantes. Cuando los propietarios de las mascotas va a suministrarle el alimento, la mayoría lo hace sin medir la cantidad de alimento haciendo que las porciones suministradas no sean las requeridas según los médicos veterinarios, suministrando menos y haciendo de que la mascota quede insatisfecha o en el pero de los casos, suministrando mas de lo requerido provocando obesidad y desperdicio del alimento, haciendo que el propietario tenga que gastar mas dinero en alimento.

Los hogares antioqueños se ven en la necesidad de llevarse sus mascotas cuando tratan de salir de sus casas, preocupados principalmente en la alimentación y aun más cuando no tienen alguien de confianza que se encargue del cuidado de su mascota.

Las guarderías caninas y felinas del valle del aburra ofrecen el servicio de cuidar y alimentar a las mascotas de los hogares antioqueños. Estos servicios son costosos, impidiéndoles a las familias antioqueñas de estrato socio-económico 1, 2 y 3 acceder a estos servicios, siendo una solución incompleta para esta problemática.

2. JUSTIFICACIÓN

Los problemas asociados al suministro del alimento de los perros y los gatos que viven en los hogares antioqueños, mas precisamente en el Valle del Aburra, son problemas que se presentan con frecuencia y que pueden provocar la muerte de las mascotas.

Una opción técnica e innovadora para solucionar las problemáticas asociadas al suministro del alimento es el diseño del prototipo de un dispositivo automático que suministre el alimento de los perros y gatos que permita mejorar la calidad de vida de las mascotas y de sus cuidadores.

Este prototipo le permite al cuidador programar y dosificar el alimento que necesita la mascota durante varios días, previniendo en los perros y gatos enfermedades tales como estrés, obesidad, inanición y otras enfermedades asociadas al mal habito alimenticio; así mismo, se mejora la calidad de vida de los cuidadores evitando enfermedades como estrés, espasmos por problemas musculares por malas posturas y otras enfermedades asociadas a la mala postura, los movimiento repetitivos y la vejes.

Con el diseño de este prototipo se mejora la calidad de vida de las personas invidentes que depende de perros para su vida cotidiana, haciendo que el suministro del alimento sea automático y necesite un monitoreo mínimo para su funcionamiento.

El diseño del prototipo puede ser el punto de partida para el análisis, estadísticas y conclusiones que permitan desarrollar una idea empresarial un estudio veterinario o una investigación de mercadeo.

El prototipo del dispositivo permite el ahorro de dinero del propietario, haciendo que el alimento desperdiciado sea el mínimo, proporcionando las porciones ideales y reduciendo las visitas al medico veterinario por enfermedades asociadas a la obesidad.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de un dispositivo automático que permita programar, dosificar y suministrar el alimento de los perros y gatos que viven en los hogares del Valle del Aburra, mejorando la calidad de vida de las mascotas y de sus propietarios.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar especificaciones necesarias para desarrollar el prototipo del dispositivo que suministre el alimento a las mascotas de manera automática.
- Realizar el diseño del circuito electrónico, la carcasa y la botonería del prototipo del dispositivo.
- Seleccionar los elementos apropiados para construir un prototipo del dispositivo.
- Analizar el funcionamiento del prototipo del dispositivo automático.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1. SOFTWARES SIMULADORES DE CIRCUITOS ELECTRONICOS

4.1.1. EAGLE PCB

EAGLE PCB es un software diseñado por CADSOFT, compañía estadounidense que pertenece a Premier Farnell. Es utilizado para el diseño y simulación de circuitos electrónicos, especialmente en circuitos de complejidad y con muchos componentes



Ilustración 1: EAGLE PCB

Este software proporciona una calidad de software de diseño de PCB con las características que hacen el trabajo. Desde hace más de 20 años, ha estado satisfaciendo ingenieros de diseño de todo el mundo, ofreciendo la misma funcionalidad básica que la versión comercial, a la fracción del costo.

4.1.2. PROTEUS

Programa desarrollado por Labcenter Electronics, contiene un conjunto de herramientas potentes para el diseño de PCB (tarjetas de circuitos impresos). Este software está dividido en dos aplicaciones; la primera aplicación llamada ISIS, permite el diseño esquemático de un circuito electrónico y la segunda aplicación llamada ARES, proporciona herramientas para diseñar e importar los circuitos esquemáticos hechos en ISIS a circuitos impresos.



Ilustración 2: PROTEUS ISIS y ARES

Proteus proporciona el diseño esquemático y físico de elementos electrónico almacenados en librerías. Además, proporciona la simulación virtual del circuito electrónico, permitiendo ensayar y analizar el comportamiento el circuito sin tener que diseñarlo físicamente.

4.1.3. DIPTRACE

Software de diseño de circuitos electrónicos para PCB y esquemáticos desarrollado por Novarm Limited, una empresa de desarrollo de software dinámico especializado en el diseño de programas estado-of-the-art para los profesionales de PCB y aficionados. Novarm Limited fue fundada en el 2002.

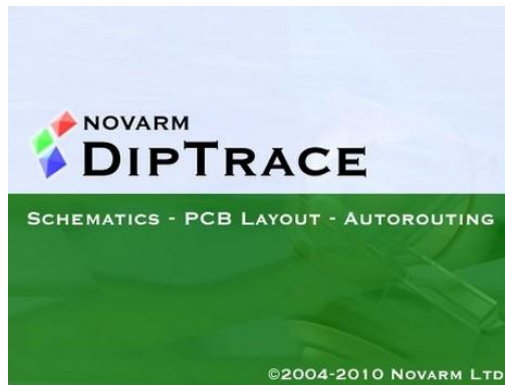


Ilustración 3: DipTrace

DipTrace rompe el molde tradicional para captura de esquemáticos y software de diseño CAD por ser super-intuitivo y fácil de aprender, sin dejar de ofrecer todas las capacidades de paquetes de diseño que cuestan 10 veces más.

Para diseñar un esquema, sólo tiene que seleccionar y colocar componentes en el documento y conectarlos entre sí utilizando el cable y herramientas de autobuses.

4.2. MOTORES



Ilustración 4: motores

Un motor es una maquina que tiene la capacidad de transformar algún tipo de energía en movimiento capaz de realizar un trabajo. El principio de los motores consiste en un eje que contiene un elemento que al interactuar con la fuente de energía genera oposición, esta repulsión se repite de manera giratoria haciendo que el eje del motor tenga un movimiento angular.

Los motores hacen parte de las maquinas mas utilizadas por el ser humano en su vida cotidiana, esto hace que hallan variedad de motores, los más importantes son:

4.2.1. MOTORES DE COMBUSTION

Son motores capaces de transformar la energía que se genera de una combustión en movimiento. En la mayoría de los motores de combustión, el elemento que se opone a la combustión es un pistón, que al comprimir el aire utilizado para la combustión es impulsado a través del eje del motor.

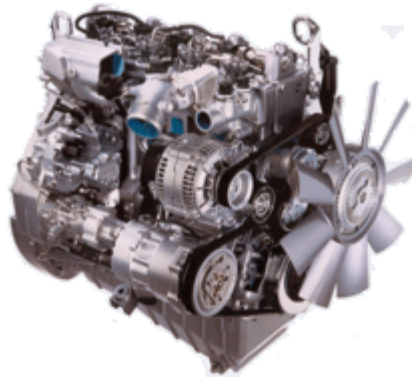


Ilustración 5: motor de combustión

Los motores de combustión, son utilizados en la industria para el trabajo pesado, es decir, son capaces de generar la fuerza suficiente para cumplir con las exigencias del trabajo pesado y a su vez su tiempo de vida es poca en relación al tiempo de vida de los demás motores.

A demás, los motores de combustión son una alta fuente de contaminación ambiental, en su mayoría por la gran cantidad de gases que quedan de la combustión.

4.2.2. MOTORES ELECTRICOS

Son motores capaces de transformar la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos. Los motores eléctricos trabajan gracias a la interacción de un núcleo y la corriente eléctrica que transita a través de bobinas alrededor del núcleo.



Ilustración 6: Motores eléctricos

Estos motores son muy utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de la combinación de motores a combustión y motores eléctricos.

Los motores eléctricos pueden ser diseñados según las especificaciones que se deseen, esto hace que su uso sea más específico que el motor de combustión. Además, los motores eléctricos no producen gases contaminantes, haciéndolos amigables con el medio ambiente.

Existen muchas variedades de motores eléctricos, los más representativos son:

4.2.2.1. MOTORES SERIE

Es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el las bobinas internas van conectadas en serie. Por lo tanto, la corriente de excitación o del inductor es también la corriente del inducido absorbida por el motor.

4.2.2.2. SERVOMOTORES

Son motores electrónicos similares a un motor de corriente continua que tienen la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Un servomotor posee internamente, además de su núcleo y juego de bobinas, un arreglo mecánico y un circuito electrónico que le permite al motor ubicarse en cualquier punto que se desee sin sacrificar fuerza y velocidad.

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en robótica, pero su uso no está limitado a estos. Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.



Ilustración 7: Servomotor

4.2.2.3. MOTORES PASO A PASO

Es un elemento electromecánico que transforma la energía de impulsos eléctricos a movimiento. Los motores paso a paso están conformados por un núcleo y varias bobinas independientes que lo rodean, estas bobinas le permiten al motor desplazarse paso a paso.

Estos motores son utilizados para aplicaciones en donde se necesita un buen torque si necesidad de una precisión, sus bobinas independientes le permiten girar y frenar en un momento exacto.

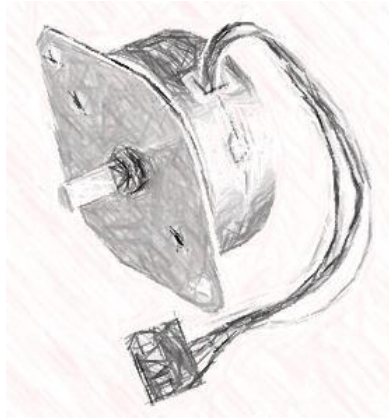


Ilustración 8: Motor paso a paso

4.3. MICROCONTROLADORES

Es un circuito integrado programable, que es capaz de realizar una orden según las señales de entrada. Un microcontrolador esta compuesto de periféricos de entrada y salida, una memoria y una unidad central de procesamiento.

Los microcontroladores están diseñados básicamente para reducir los costos y el tamaño del circuito electrónico, reduciendo los componentes utilizados, la energía requerida y haciendo circuitos cada vez más estables.

Los microcontroladores están divididos en muchas familias, dependiendo de la característica que se quiera comparar. Hoy en día, existen en el mercado una gran variedad de microcontroladores, con diferentes precios, marcas, puertos, memoria, tolerancias y un gran numero de características diferentes



Ilustración 9: Microcontroladores

Las familias de microcontroladores mas utilizados son:

4.3.2. FREESCALE

Estos microcontroladores anteriormente llamados Motorola Semiconductor son muy utilizados por las grandes empresas de telecomunicaciones. Hoy en día, podemos encontrar microcontroladores Freescale en dispositivos diseñados por Apple y Mac.

Los microcontroladores Freescale mas utilizados son: 68HC05, 68HC08, 68HC11, HCS08, 68HC12, 68HCSX12, 68HC16, 683xx, PowerPC, ColdFire.

4.3.3. INTEL

Es el mayor fabricante de circuitos integrados del mundo, por su gran trayectoria en le mercado y la evolución tecnológica de sus integrados. Con más de 40 años esta empresa estadounidense es considerada como la principal vendedora de microprocesadores del mundo.

Los microcontroladores Intel fueron muy utilizados en la década de los 80 para la creación de juegos, televisores y electrodomésticos. Estos integrados son los más comúnmente encontrados en la mayoría de las computadoras personales.

La familia de microcontroladores 8048 y 8051 fueron los microcontroladores mas utilizados por que su relación de velocidad, estabilidad y costo. Estos microcontroladores podían soportar juegos, programas y funciones que en un microcontrolador de la época no era capaz de realizar, todo esto a un bien rendimiento.

4.3.4. ATMEL

Es una compañía de semiconductores, fundada en 1984. Su línea de productos incluye microcontroladores, dispositivos de radiofrecuencia, memorias EEPROM y Flash, ASICs, WiMAX, y muchas otras.

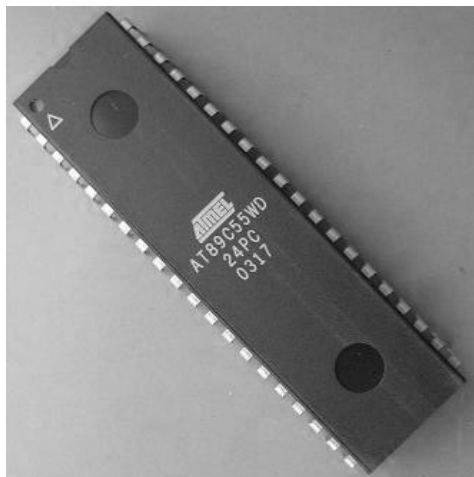


Ilustración 10: Microcontrolador ATMEL

Es una industria líder en sistemas seguros, especialmente en el mercado de las tarjetas seguras. Los microcontroladores Atmel, son reconocidos por ser utilizados en la fabricación de dispositivos electrónicos para el uso militar. Esto hace que los microcontroladores Atmel sean diseñados de tal forma que su principal cualidad sea la seguridad.

4.3.5. MICROCHIP

Es una empresa estadounidense fabricante de microcontroladores, memorias y semiconductores analógicos. Hoy en día, Microchip es el líder en el mercado de microcontroladores.

La marca de microcontroladores mas utilizada por los estudiantes es Microchip Technology Inc gracias a su gran variedad de integrados y a bajo costo. Microchip posee gran variedad de microcontroladores en donde sobresalen la familia de los PIC 16F por su bajos costo, su versatilidad y su facilidad a la hora de programar.



Ilustración 11: Microchip

4.3.5.1. MICROCONTROLADOR PIC 16F88



Ilustración 12: Integrado PIC 16F88

Es un microcontrolador RISC (equipo de cómputo de instrucciones reducidas) diseñado por Microchip Technology Inc. Este integrado pertenece a la familia de gama media, con características únicas en la familia 16F.

Las principales características de este PIC son:

- Oscilador interno de ochos frecuencias diferentes.
- Interrupciones para bajo consumo.
- Modulo de Timer1 especial para aplicaciones con reloj de tiempo real.
- Módulos de conversión analógica a digital.

A continuación, se encuentra las especificaciones técnicas del PIC 16F88:

Baja potencia Características:

- Power-Managed modos:
 - Ejecutar primario: oscilador RC, de 76 μ A, 1 MHz, 2V
 - RC_RUN: 7 μ A, 31,25 kHz, 2V
 - SEC_RUN: 9 μ A, 32 kHz, 2V
 - Sleep: 0,1 μ A, 2V
- Oscilador Timer1: 1.8 μ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2,2 μ A, 2V
- Dos velocidades Oscilador Start-up

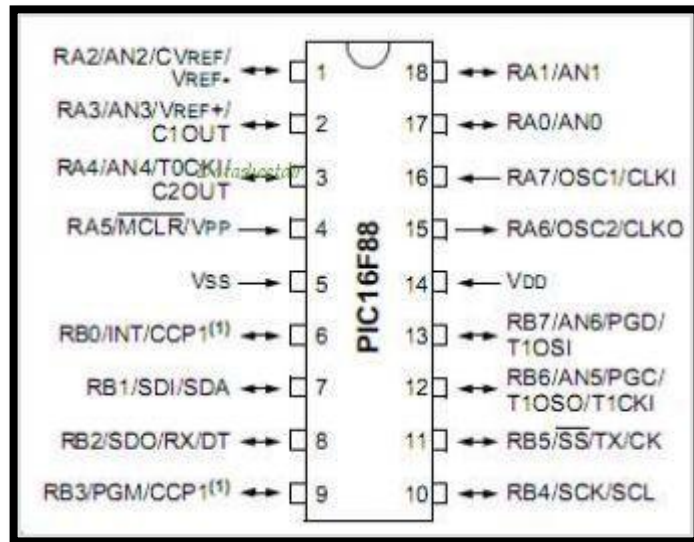


Ilustración 13: Pines del PIC 16F88

Osciladores:

- Tres modos de Cristal:
 - LP, XT, SA: hasta 20 MHz
- Dos modos de RC externos
- Un modo de reloj externo:
 - ECIO: hasta 20 MHz
- Bloque de oscilador interno:

- 8 frecuencias seleccionables por el usuario: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

Características periféricos:

- Captura, Comparación, PWM (CCP) módulo:
 - La captura es de 16-bit, max. resolución es de 12,5 ns
 - Comparar es de 16-bit, max. resolución es de 200 ns
 - PWM max. resolución es de 10-bit
- 10-bit, 7-canal analógico a digital
- Puerto serial síncrono (SSP) con SPI™ (Master / Slave) y I2C™ (Esclavo)
- Direccionable universal síncrono Transmisor Receptor Asíncrono (AUSART / SCI) con detección de direcciones de 9-bit:
 - RS-232 operación utilizando oscilador interno (sin cristal externo requerido)
- Módulo Dual Comparador analógica:
 - Programable en el chip de voltaje de referencia

- Entrada programable multiplexación de dispositivo de entrada y referencia de tensión interna

- Las salidas del comparador son accesibles desde el exterior

4.4. PANTALLAS LCD

Una pantalla de cristal líquido es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Estas pantallas son utilizadas especialmente en dispositivos electrónicos.

Los monitores LCD tienden a ser más frágiles que sus correspondientes CRT (tubo de rayo catódico). La pantalla puede ser especialmente vulnerable debido a la falta de un grueso cristal protector como en los monitores CRT.

4.4.2. PANTALLA LCD 16x2 MONOCROMÁTICA

Es una pantalla de cristal líquido monocromática, popular gracias a su versatilidad para representar caracteres de texto. Estas pantallas tienen un bajo precio, con un bajo consumo de energía y pequeño tamaño.

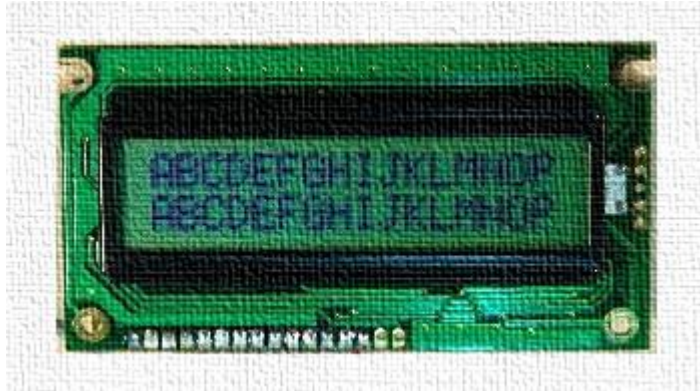


Ilustración 14: Pantalla LCD 16x2

Para el funcionamiento de estas pantallas es necesario el uso de seis pines, haciendo de ella una herramienta fácil de utilizar. De estos seis pines, son necesario cuatro para recibir el código binario correspondiente al carácter a demostrar, los otros dos pines se utilizan para energizar el componente.

4.5. SOFTWARE DE PROGRAMACION Y SIMULACION PARA MICROCONTROLADORES MPLAB IDE

Es un software utilizado para programar microcontroladores de Microchip Technology Inc. y controladores de señales digitales. Este software le proporciona al usuario herramientas en un ambiente único con las que se pueden programar microcontroladores integrados. Las siglas IDE hacen referencia a entorno de desarrollo integrado, entorno en donde el usuario realiza, prueba y analiza el código.

MPLAB IDE le da al usuario la posibilidad de utilizar varios lenguajes de programación y sus respectivos compiladores, entre los lenguajes se puede recalcar el lenguaje de maquina o de ensamblador (Assembler), lenguaje C, lenguaje C++ y lenguaje Basic.

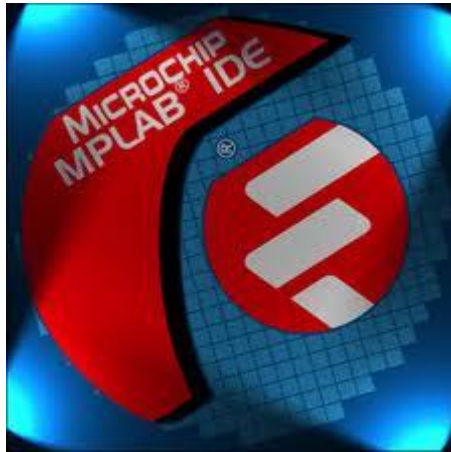


Ilustración 15: Software MPLAB IDE

Entre los compiladores de lenguaje C que se pueden utilizar en MPLAB IDE, CCS Compiler es un compilador versátil y veloz.

4.6. COMPILADOR A LENGUAJE DE MICROCONTROLADORES CCS COMPILER

Es un compilador para la programación en lenguaje C, creado por Custom Computer Services, Inc y embebido en MPLAB IDE. Este compilador es rápido, versátil y fácil de utilizar.

El compilador CCS permite combinar las directivas específicas del microcontrolador con funciones incorporadas en las librerías, para facilitar el desarrollo de aplicaciones con tecnología de vanguardia.



Ilustración 16: CCS Compiler

Entre las 307 funciones integradas que posee este compilador, se resaltan las funciones para controlar pantallas LCD, módulos PWM, Convertidores ADC y módulos EPPROM.

4.7. SOFTWARE DE DISEÑO MECANICO

Un software de diseño mecánico es aquel programa que proporciona las herramientas necesarias para diseñar y modelar una pieza mecánica, permitiendo al usuario economizar tiempo y recursos.

Hoy en día, los softwares de diseño mecánico están muy avanzados. El avance más representativo del software de diseño mecánico es el diseño y modelado de

piezas en 3D, herramientas virtuales que le permiten al usuario visualizar y analizar el diseño de una pieza desde todas sus aristas.

4.7.1. SOLID EDGE

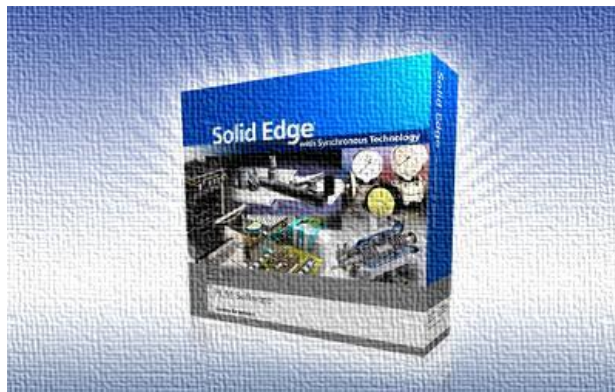


Ilustración 17: Software Solid Edge

Es un programa de diseño mecánico asistido, especialmente utilizado para el diseño de piezas mecánicas. Permite el modelado de piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos, soldadura, funciones de dibujo en plano para ingenieros.

Solid Edge es el único sistema mecánico que combina las capacidades de diseño de gestión con las herramientas CAD que los diseñadores utilizan.

La complejidad del producto y el proceso es una preocupación creciente para las organizaciones de fabricación. Miles de empresas de todo el mundo han llegado a depender de Solid Edge para combatir esta creciente complejidad de frente.

4.7.2. AUTOCAD 2010

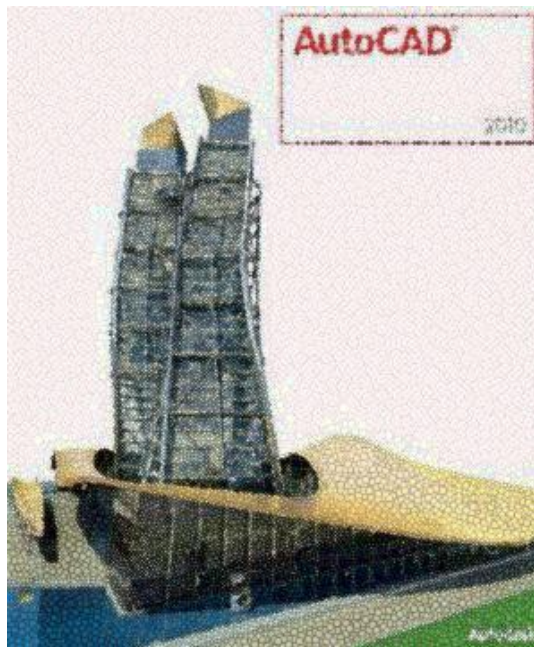


Ilustración 18: AutoCAD 2010

Es un programa asistido para el diseño de piezas tridimensionales. Este software permite modelar, doblar, ensamblar, soldar y enroscar piezas tridimensionales, dándole al usuario la posibilidad de simular y hacerse una idea de la pieza, antes de ser mandada a construir.

Aparte de diseñar la figura tridimensionalmente, este software permite construir el plano técnico a partir de la pieza previamente diseñada, haciendo del diseño técnico una actividad fácil de desarrollar con conocimientos básicos.

4.7.3. IRONCAD

IRONCAD es el pionero de un enfoque de avance de diseño creativo que ofrece un nivel de libertad de diseño sin igual en la industria hoy en día. Líder indiscutible de la productividad cuando se trata de mover las ideas creativas en realidad 3D listo para la producción.

Es una herramienta muy completa, fácil de utilizar. Esta herramienta le permite a usuario trabajar en cualquier eje cardenal lo que le adiciona facilidad y versatilidad para trabajar.



Ilustración 19: Software IronCAD

IronCAD posee una gran librería de herramientas, envidiables por la mayoría de los softwares de diseño mecánico. Sin embargo, este software es ligero, versátil y fácil de utilizar.

4.7.4. INTEGRADO UL2003

Este integrado de 16 pines es un dispositivo capaz de suministrarle hasta 600mA por salida, utilizado principalmente para el manejo de bobinas, relés para motores, bombillas incandescentes y buffers de alta potencia.

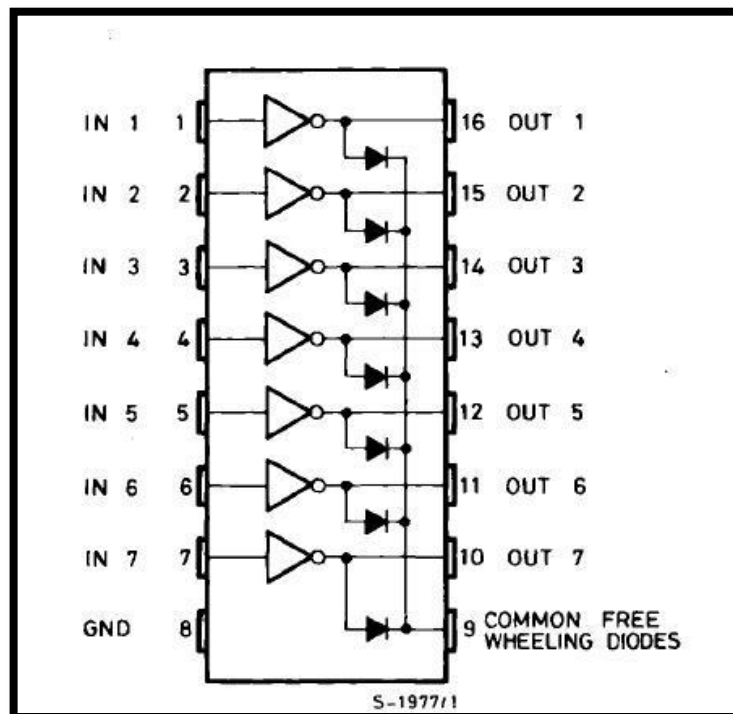


Ilustración 20: UL2003

Las especificaciones del UL2003 son:

Símbolo	Parámetro	Valor	Unidad
Vo	Voltaje de salida	50	V
Vin	Voltaje de entrada (para ULN2002A / D - 2003A / D - 2004A / D)	30	V
Ic	Corriente continua del colector	500	mA
Ib	Corriente continua del colector 25 mA - 20 a 85 ° C	25	mA
Tamb	Corriente continua de la base	-20 a 85	°C
Tstg	Rango de operación temperatura ambiente	-55 a 150	°C
	Junction de Temperatura	150	°C

Ilustración 21: Especificaciones técnicas UL2030

5. METODOLOGÍA

Para realizar este proyecto:

Se hará un análisis con la ayuda de un medico veterinario, para identificar las especificaciones a tener en cuenta cuando se suministra el alimento a las mascotas. Además, se decidirá cual va a ser la mejor estrategia de trabajo para recopilar todos los elementos esenciales que tiene la acción de suministrar el alimento a las mascotas.

Se hará el plano circuito electrónico en Proteus ISIS, en donde un PIC 16F88 recibirá las señales de entrada correspondientes a los botones del dispositivo, analice estas señales y entregue señales de salida al controlador del motor paso a paso. Este circuito también tendrá en cuenta las conexiones de la pantalla LCD 2X16; la bocina y los demás componentes electrónicos necesarios. Este circuito tendrá como fin analizar e identificar los requerimientos lógicos previo a la programación del microcontrolador.

Luego de realizar el circuito e identificar las señales de entrada, los puertos a utilizar y los requerimientos lógicos, se procederá a la programación del microcontrolador. Esta programación se hará en el software de Microchip Technology Inc. Llamado MPLAB IDE, con el compilador en lenguaje C CCS. Después de digitar todo el código requerido, se procede a compilarlo y depurarlo,

entregando como producto final un archivo con extensión “.hex”, archivo que contiene el código anteriormente compilado en lenguaje maquina.

En una versión de prueba de Proteus ISIS, con el circuito realizado, y el archivo “.hex” cargado al PIC 16F88, se harán simulaciones, probando cada una de las situaciones que se podrían presentar en condiciones ideales, de modo tal que si hay algún error en la lógica del código programado, sea posible editarlo. Con el código compilado, analizado, simulado y probado, el archivo “.hex” será programado en el microcontrolador con la ayuda del Pickit 3, herramienta de desarrollada por Microchip Technology Inc. Especializada en la programación de microcontroladores de gama media.

Se montará un circuito de prueba sobre una protoboard, se harán simulaciones reales, se probará el circuito en condiciones reales y se harán los cambios respectivos según los resultados obtenidos. Con el circuito aprobado, se procederá a diseñar el circuito impreso en Proteus ARES, software que importa el circuito diseñado en Proteus ISIS. Con el circuito impreso aprobado, se contratará con una empresa de fabricado de tarjetas de circuitos impresos, la impresión del mismo.

Mientras la empresa contratada realiza la tarjeta del circuito impreso, con la ayuda de una versión de prueba del software AutoCAD 2010 se diseñara la carcasa, el contenedor y las demás piezas mecánicas. Estas piezas se analizaran y se aprobaran para luego ser cortadas.

Con la entrega de la tarjeta del circuito impreso, se procederá a ensamblar y soldar todas las piezas electrónicas.

Después de construir todas las piezas mecánicas, se ensamblará el dispositivo, la tarjeta electrónica, los botones, la pantalla LCD y cada uno de los elementos que hacer posible el buen funcionamiento del mismo. Con el dispositivo ensamblado, se harán pruebas para verificar su buen funcionamiento.

Por ultimo se procederá a la documentación de todos los análisis y resultados obtenidos durante la realización del proyecto, para mas tarde exponerlo a las directivas y a las demás personas interesada en los resultados obtenidos.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO

6.1. ANÁLISIS DE DESARROLLO

Para comenzar a desarrollar este proyecto de grados, analizamos el problema planteado buscando las soluciones técnicas y eficientes teniendo en cuenta en minimizar los costos

Este análisis dará solución a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se piensa tecnificar?
- ¿Como se puede desarrollar esta tecnificación?
- ¿Si es eficiente esta solución para tecnificar este proceso?
- ¿Es costoso tecnificar el proceso con la anterior solución?

Teniendo en cuenta las anteriores preguntas y los conocimientos adquiridos en el periodo académico de la Tecnología en Mecatrónica ofertada por el Tecnológico Pascual Bravo I.U. se llego al siguiente análisis:

- Se tecnifica la acción de suministrar de manera programada y automática el alimento que requiere las mascotas de las familias Antioqueñas.
-
- Esta tecnificación se puede desarrollar por medio de un control que tiene como núcleo un microcontrolador siendo este la parte de control y en potencia, se utilizara un motor paso a paso que según los impulsos que entregue el microcontrolador será la cantidad de comida suministrada. El alimento estará situado en un recipiente de plástico en la parte de encima del dispositivo y por medio de la gravedad este estará dispuesto a toda hora para se suministrado.

El control propuesto dentro el microcontrolador estará sujeto a los elementos de entrada que serán cinco botones encontrados en la carcasa del dispositivo. Estos botones en compañía de la pantalla LCD harán parte de la interfaz de interacción entre el dispositivo la persona que desea suministrarle el alimento a su mascota de manera automática.

Este dispositivo contara con un reloj interno, 4 alarmas para la entrega del alimento programado y un menú en donde se puede modificar la hora del reloj, las horas de las 4 alarmas y los pasos que dará el motor a la hora de activarse una alarma. Todas estas funciones serán programadas en el micro controlador, reduciendo considerablemente el uso de elementos electrónicos que se requieren para realizar todas estas funciones.

Este dispositivo estará alimentado por cuatro baterías de 1.5 V. Estas baterías son de bajo precio y a demás fáciles de encontrar en los barrios de los municipios Antioqueños. La corriente suministrada por estas baterías son bajas, asilando al circuito de daños por corrientes excesivas.

- Esta tecnificación es la solución más eficiente con un bajo costo y un alto contenido elementos estudiados en el periodo académico de la Tecnología Mecatrónica del Tecnológico Pascual Bravo I.U.

Esta solución permite tener un circuito electrónico estable, compacto y con facilidad de identificar los problemas que se puedan surgir durante el ensamble de las piezas.

- De todas las posibles tecnificaciones que puedan haber en la solución al problema planteado en este proyecto de grados, la que se desarrolla de las menos costosas, si no es la menos costosa, gracias a la utilización del pocos elementos electrónicos que se utilizan para la cantidad de funciones que esta propuesta desarrolla.

Teniendo ya la propuesta analizada y aprobada, se dará inicio al diseño del control electrónico que se utilizara en el dispositivo.

6.2. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Como núcleo del control posee el dispositivo se tiene el PIC 16F88, microcontrolador pequeño, estable y con una variedad de funciones internas que le permiten una variedad de configuraciones, haciendo de este PIC un microcontrolador muy usado en la actualidad.

Con la ayuda del software MPLAB y el compilador CCS Compiler se da inicio a la programación de las funciones que desarrollan el control del dispositivo se programo la siguiente codificación:

El código esta dividido en cuatro funciones principales, correspondientes a los cuatro pantallazos que se muestran en la pantalla LCD. La primera función corresponde a conteo, activación y visualización del reloj del sistema; la segunda función corresponde al menú en donde se cambian, activan o desactivan las cuatro alarmas que posee el dispositivo; la tercera función le da la posibilidad al usuario de cambiar la cantidad de pasos que se activaran cuando se active alguna de las cuatros alarmas, permitiendo al usuario, regular la cantidad de comida suministrada por activación de alarma y por ultimo, la cuarta función, permite que el usuario pueda cambiar la hora del sistema.

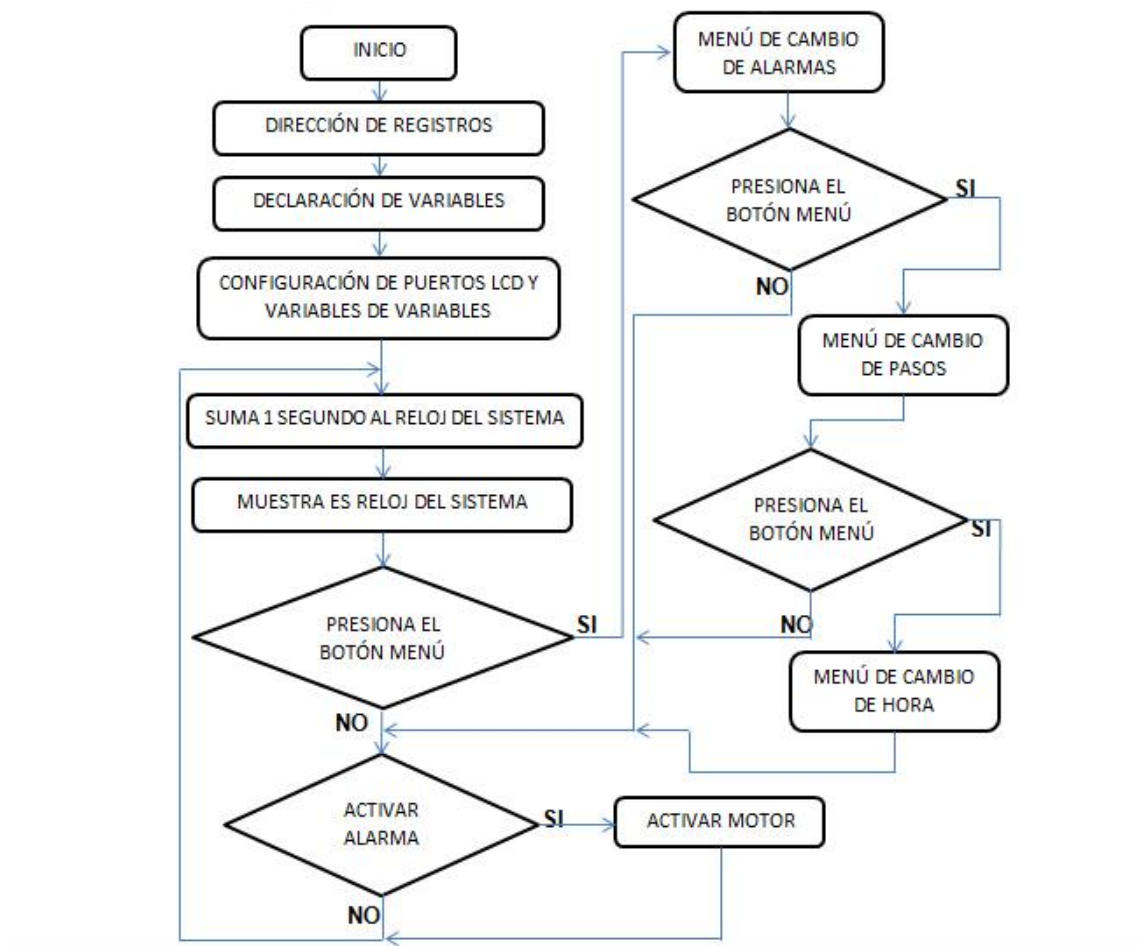


Ilustración 22: diagrama de flujo del algoritmo del dispositivo

La anterior codificación, se evalúa y se compila, arrojando el siguiente mensaje: “BUILD SUCCEEDED” de esta manera el software CCS COMPILER traduce el código de lenguaje humano a lenguaje de maquina satisfactoriamente, para luego, con ayuda del quemador PicKit3 se programe el microcontrolador.

Cuando se compila el código, se genera automáticamente un archivo .hex, este archivo contiene el código anteriormente programado en lenguaje de maquina y es utilizado para programar el microcontrolador o hacer simulaciones en Proteus.

6.3. DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN PROTEUS ISIS

En una versión de prueba de Proteus ISIS se diseña el circuito electrónico que permite al microcontrolador recibir señales de los botones y enviar señales al motor paso a paso. Partiendo de la configuración interna que se le da al microcontrolador en el algoritmo se configuran los periféricos, conectando los demás componentes y adicionando elementos electrónicos que hacen el circuito más estable y menos propenso a cortos circuitos.

Los elementos electrónicos que se adicionan son:

Resistencias varias: utilizadas para limitar la corriente que transita por diferentes ramas del circuito, impidiendo cortos circuitos, estabilidad y aumentando el rendimiento del resto de los componentes. Las resistencias, además de limitar la corriente, se utilizan en este circuito para estabilizar las señales de pull-up que entregan los botones.

Condensadores varios: Son utilizados básicamente en este circuito para disminuir el golpe de arranque que se presenta en la señal suministrada al motor

paso a paso, hay un condensador por bobina. Estos condensadores almacenan voltaje por un corto periodo y la suministran a medida que la señal del motor se acerca a cero voltios, regulando el voltaje suministrado y permitiendo que los pasos del motor sean suaves.

Reóstato: Este potenciómetro esta conectado a la entrada de la pantalla LCD que controla el contraste. En este circuito el reóstato se utiliza como divisor de voltaje, de modo que, a mayor voltaje suministrado menor va a ser el contraste que tendrán los caracteres en la pantalla.

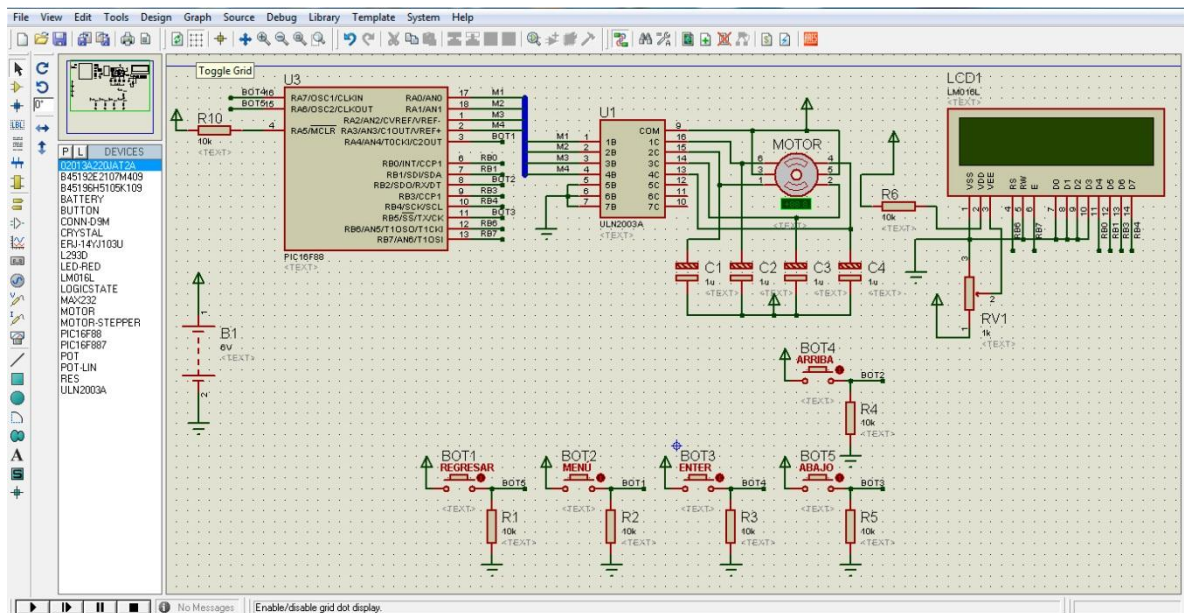


Ilustración 23: diseño electrónico del dispositivo

Para controlar el motor paso a paso, se utiliza el integrado ULN2003, es un integrado diseñado por ST Microelectronics y utilizado en varias aplicaciones electrónicas. Este integrado puede soportar voltajes hasta de 50V, entrega 600mA por salida, siendo esencial para el dispositivo ya que puede suministrar el torque necesario para que el motor pueda moverse y suministre el concentrado.

Después de diseñar el circuito electrónico, se adjunta el archivo .hex que contiene el código programado al microcontrolador que se utiliza en Proteus ISIS. Además, se agrega una batería de 6V para posteriormente simular el proyecto.

6.4. SIMULACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

El dispositivo se simula, y se analiza tres puntos importantes del dispositivo. El primero, se calibra el reloj del dispositivo a la hora actual del PC y se identifica el desfase de los segundos para luego ser modificados en el código; el segundo, se navega por cada una de las opciones del dispositivo para observar su comportamiento y comprobar que cada uno de los menús funcionan perfectamente; por ultimo, se activan las alarmas y se analiza el funcionamiento del motor, esperando que el funcionamiento a la hora de la activación de las alarmas sea el esperado.

Con el análisis de la simulación y las conclusiones arrojadas, se modifican los puntos necesarios en el algoritmo, se calibra el reloj del sistema y se dispone al diseño del circuito esquemático.

6.5. DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO EN PROTEUS ARES

Después de calibrar y modificar el circuito electrónico y el algoritmo, se exporta el circuito electrónico que se realizó en Proteus ISIS a una versión de prueba de Proteus ARES, aplicación que permite diseñar el circuito esquemático partiendo del circuito electrónico que se tiene en Proteus ISIS.

En Proteus ARES se parte limitando el área total que tendrá la tarjeta electrónica, posteriormente se ubica cada uno de los elementos electrónicos para luego, diseñar las pistas o conexiones de un componente a otro.

Con los elementos ubicados en el área previamente establecida, se configura el circuito esquemático de modo que se utilice las dos caras para las pistas y se da clic en "Auto-router", herramienta que nos facilita Proteus ARES que busca la mejor combinación para enrutar cada una de las pistas e impedir cortos circuitos.

El espacio de la cara superior de la tarjeta electrónica que no esta enrutado o siendo utilizado por un pista, se cubre con una pista que cubra su totalidad y se enruta a tierra (GND) y en la cara inferior se realiza el mismo procedimiento con el espacio no utilizado, sin embargo, este va enrutado al voltaje (5V). Lo anterior se utiliza para estabilizar es circuito y disminuir el ruido que puede llegar a la tarjeta por agentes externos.

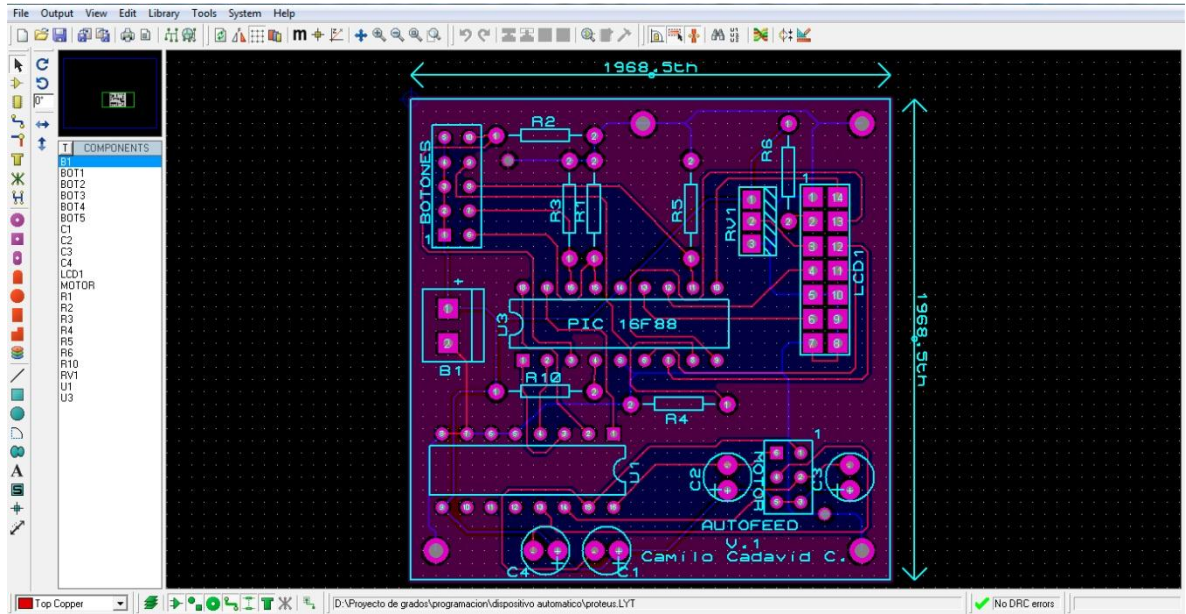


Ilustración 24: circuito impreso del dispositivo

Con el circuito esquemático parcialmente diseñado, se agregan los detalles que identifican la tarjeta electrónica y facilite el ensamble de los componentes electrónicos, se agrega los espacios donde va a estar sostenida la tarjeta electrónica a la carcasa y se acota.

Con ayuda de la herramienta de visualización en 3D que posee Proteus Ares, se da una idea clara de como van a estar ubicados los componentes en el circuito impreso.

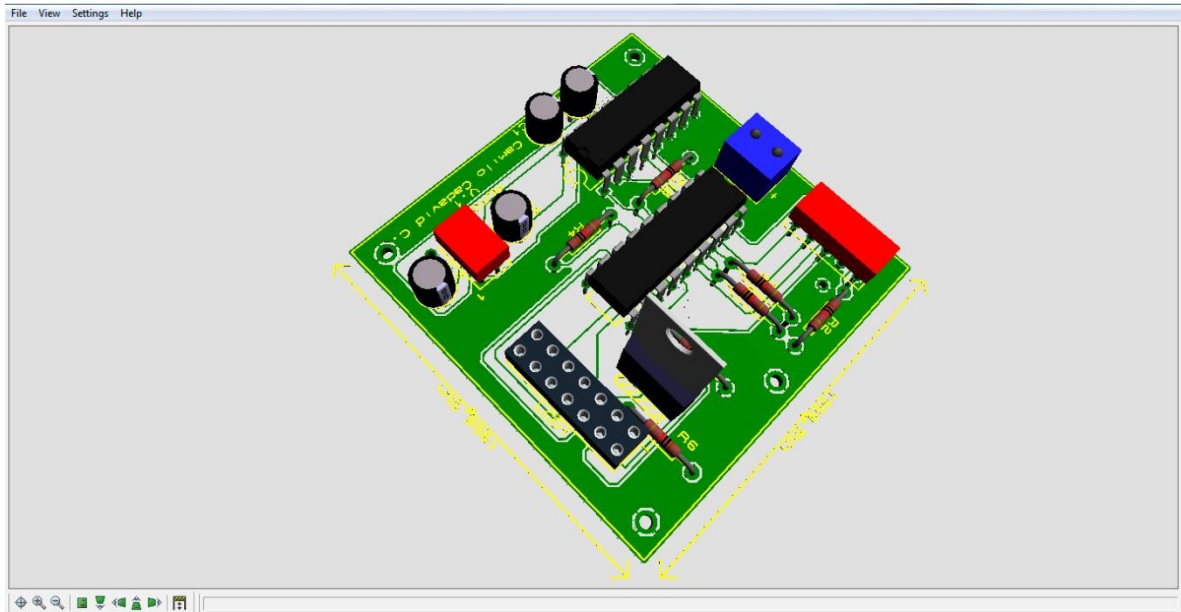


Ilustración 25: circuito en 3D

6.6. DISEÑO DE LA CARCASA DEL DISPOSITIVO EN UNA VERSIÓN DE PRUEBA DE AUTOCAD 2010

Partiendo de un cubo, se moldea la carcasa del dispositivo, se diseña la base, el panel de botones y la pantalla LCD, la base del motor paso a paso y la tarjeta electrónica y por ultimo la base en donde se inserta el recipiente que almacena el alimento.

La base del dispositivo, es una base cuadrada que posee cuatro chupas de agarre y varias ranuras en donde van ensambladas las demás partes. Esta pieza, posee una compuerta para facilitar la administración de las baterías del dispositivo.

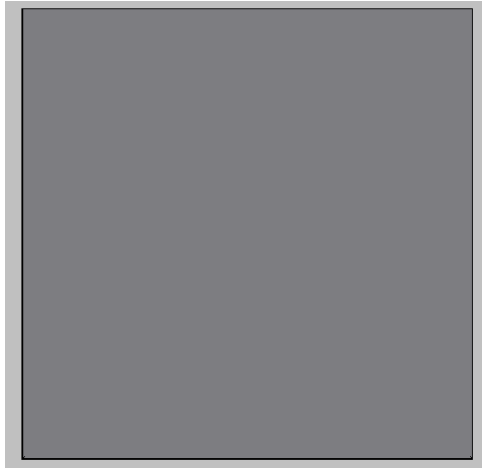


Ilustración 26: base del dispositivo

El cuerpo del dispositivo, se diseña de forma piramidal, este posee orificios para ensamblar los botones y la pantalla LCD. En la parte superior, esta pieza esta diseñada con varios soportes, unos para insertar el motor paso a paso y otros que permite ensamblar el recipiente en donde está almacenado el alimento que será suministrado.

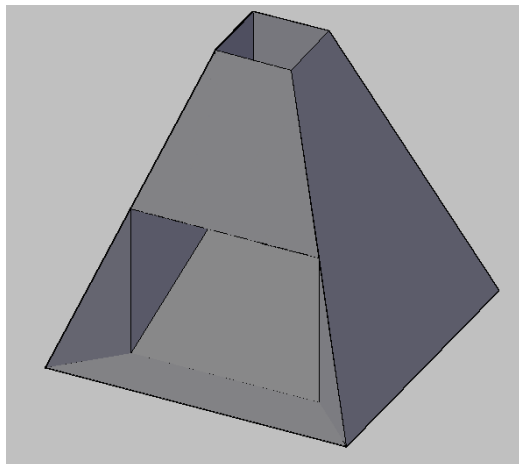


Ilustración 27: cuerpo del dispositivo

El recipiente que almacena el alimento que será suministrado, corresponde a un embace de plástico con su orificio lo suficientemente grande que permita al alimento deslizarse por este sin atascarse.

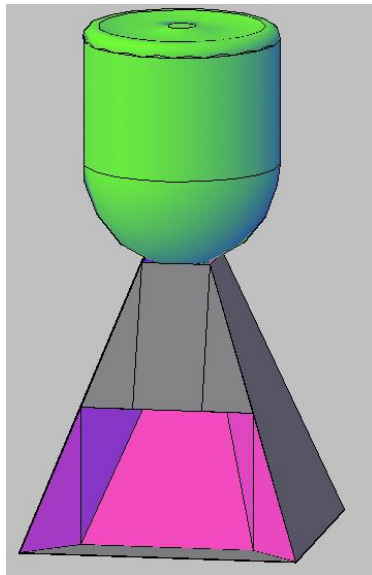


Ilustración 28: dispositivo con recipiente

El sistema de suministro, esta compuesto principalmente por el motor paso a paso y un aspa, esta aspa es diseñada de tal forma que encaje perfectamente, impidiendo la pérdida de alimento. Esta aspa permite el ingreso del alimento solo cuando el motor paso a paso se accione.

Después de diseñar la tarjeta electrónica y la carcasa, se procede a modelar la carcasa. Esta carcasa se diseña con acrílico, material de bajo peso y resistente a las condiciones ambientales que se presentan en Medellín, Colombia.

El acrílico es cortado en piezas con la ayuda de un Mototol, herramienta que sirve para perforar, cortar o pulir una larga variedad de materiales entre ellos el acrílico, esta herramienta funciona con el principio de los taladros con la diferencia de su tamaño y la posibilidad de variar las revoluciones por minuto con las que se trabaja, estas propiedades hacen del mototol una herramienta versátil a la hora de trabajar en piezas que necesitan precisión y pulidez.

Se modelan las piezas, se pulen y luego se procede a ensamblar todas las piezas con ayuda de pegantes para acrílicos y silicona. Se quita el sobrante de pega y silicona y se pulen las imperfecciones.

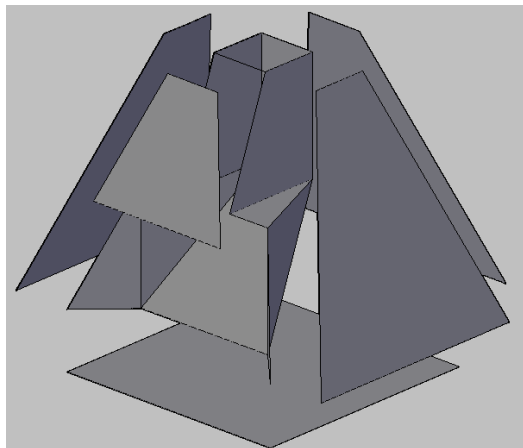


Ilustración 29: ensamble del dispositivo

Luego de tener la carcasa lista, se ubica la tarjeta electrónica, la botonería y el portapilas, con ayuda del pegamento y silicona se asegura todo para impedir cortos electrónicos o daños en el circuito. Se pega la pantalla LCD en su lugar y el cable se ubica en la tarjeta electrónica.

Se ubica el motor paso a paso, con su respectiva hélice hecha en acrílico y se asegura con pegamento, se conecta los cables del motor a la tarjeta electrónica, la batería, la botonería y la pantalla LCD para luego encender el dispositivo.

6.7. ANÁLISIS DEL PROTOTIPO

Gracias a la forma piramidal que hace posible que su punto de gravedad esta en el medio del dispositivo, el prototipo posee muy buena estabilidad, aún mas, teniendo en cuenta que su mayoría de peso esta situado en la parte de encima.

La apariencia del dispositivo es el aspecto menos enfatizado, teniendo en cuenta que es el primero prototipo el cual sirve como punto de partida para modificaciones y mejoras. Por lo anterior, no se decide pintar ni pulir los acabados y enfatizarse en otros aspectos que se ciñen a los objetivos del proyecto.

6.7.1. ANÁLISIS DE LA TARJETA ELECTRÓNICA

Aunque el voltaje suministrado por las cuatro pilas en serie es de 4,5 voltios, este voltaje es suficiente para el buen funcionamiento del circuito. Además, se ubican pilas de 2700 miliamperios cada una que garantizan la corriente que necesita el motor paso a paso para funcionar por más tiempo.

La tarjeta electrónica no presenta irradiación de calor, no posee manchas ni olores que presuman cortos circuitos. El circuito funciona como se esperaba y el microcontrolador esta funcionando sin ningún problema. Las funciones programadas en el microcontrolador están siendo acatadas según las condiciones que se establecieron en el algoritmo.

Las señales de entrada que llegan al microcontrolador por medio de los botones no presentan errores de rebote ni de ruido, gracias a las resistencias que se ubicaron en la tarjeta electrónica que hacen que la señal tenga una señal de comparación para diferenciar un uno de un cero, es decir 5 voltios de 0 voltios.

6.7.2. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PANTALLA LCD

Al instalar la pantalla LCD en la tarjeta electrónica y encender el dispositivo, esta visualizaba los mensajes con muy poco contraste, al tal punto de no diferenciar los caracteres. Para mejorar el contraste, ya sea para aumentarlo o disminuirlo, se mueve la posición de reóstato observando en la pantalla LCD que el contraste de los caracteres aumenta o disminuye, según la dirección del giro que se aplica.

Los caracteres de la pantalla LCD monocromática están limitados principalmente por la baja resolución que presenta esta pantalla, además el tamaño de la pantalla hace que los mensajes que se quieren presentar en la pantalla estén limitados a 16 caracteres.

6.7.3. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

Al sincronizar el la hora del sistema con la hora actual, el dispositivo esta listo para la programación de sus alarmas.

El usuario programa las alarmas que desea utilizar y configura los pasos que dará el motor cada vez que la hora del sistema sea igual a la de la alarma. A la hora de activarse la alarma, que el usuario previamente programo, el motor se acciona sin ninguna novedad.

El motor es analizado sin carga, es decir si alimento en el recipiente, dando como resultado lo esperado. Cuando el motor es accionado con carga, la velocidad disminuye, la corriente se ve afectada notoriamente y el contraste en la pantalla LCD rebaja, fenómeno que no impide el objetivo del dispositivo, sin embargo, es objeto a mejorar.

Recopilando los análisis individuales, el prototipo cumple con las resultados esperados, permitiendo al usuario programar el suministro del alimento de su mascota hasta en cuatro horas diferente y en la porción deseada.

7. RECURSO HUMANO, TÉCNICO Y PRESUPUESTO

7.1. RECURSO HUMANOS

Estudiante de sexto semestre de tecnología en Mecatrónica.

Técnico en sistemas.

Asesor de proyecto de grado.

7.2. RECURSOS TÉCNICOS

Programador de microcontroladores PicKit3 de Microchip Technology Inc.

Software de diseño de circuitos electrónicos Proteus de Labcenter

Software para la programación de microcontroladores MPLAB de Microchip Technology Inc.

Software de diseño de piezas mecánicas AutoCAD 2010

Cautín, pinzas, desoldador, multímetro, cortafrío, mototool, destornilladores, gafas y tapabocas.

Computador portátil.

7.3. PRESUPUESTO

CONCEPTO		VALOR(PESOS)
Circuito electrónico	Valor de los materiales	50.000
	Estaño	2.000
	Fabricación del circuito impreso	50.000
Piezas Mecánicas	Valor de los materiales	10.000
	Fabricación de las piezas mecánicas	20.000
Carcasa	Valor de los materiales	20.000
	Tornillos	2.000
	Fabricación de la carcasa	50.000
Pickit3:	Valor del programador	240.000
Gastos asociados al trabajo escrito:	Valor de impresión	20.000
	Empastado	12.000
Tiempo trabajado:	Valor total de horas trabajadas	280.000
TOTAL		756.000

8. CONCLUSIONES

- El dispositivo funciono satisfactoriamente. La botonería, el control, la pantalla LCD y el motor funcionaron como e esperaba. Para mejorar, queda modificar la programación del microcontrolador, ya que el reloj del sistema esta presentando desfases en los segundos, provocando un atraso en la hora.
- El funcionamiento del prototipo del dispositivo automático para el suministro del alimento de las mascotas del Valle del Aburra fue satisfactorio, permitiendo analizar y concluir en que la clave del buen funcionamiento del dispositivo esta en la programación de reloj, procurando que el reloj del sistema sea preciso.
- Para garantizar el funcionamiento del dispositivo e impedir los altibajos de corriente gracias al accionamiento del motor, ese necesario replantear la fuente de energía que utilizara el dispositivo, recomendado un transformador de corriente alterna a corriente directa en donde la fuente de energía sea la del hogar.
- Este proyecto ha muestra notoriamente que la academia orientada en el Tecnológico Pascual Bravo I.U. procura que el estudiante tenga la posibilidad de acceder a la tecnología necesario para poner a prueba lo

teóricamente aprendido. Esto gracias a la utilización de tecnología de bajo costo y con un amplio mercado en la ciudad de Medellín.

9. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia que el dispositivo se encuentre en un lugar completamente plano, evitando que el peso del alimento que esta dentro del contenedor vuelque el dispositivo.
- Se recomienda utilizar pilas recargables de 2700 miliamperios que garantice la fuerza suficiente que necesita el motor para mover el alimento entre las ranuras de la aspa.
- Después de cambiarle las pilas al dispositivo, sincronice el reloj del sistema con la hora actual.
- Posteriormente configure los pasos que desee que se active el motor.
- Ubicar el dispositivo en un lugar con una humedad baja y una temperatura entre los 18 °C y 30°C.
- Procure mantener cerrada la tapa del recipiente.

- Evitar que el alimento que esta en el contenedor permanezca más de 5 días sin ser suministrado para evitar que este pierda sus atributos alimenticios.
- Limpie el dispositivo con un trapo seco preferiblemente que no suelte lanas.
- No utilice alimento húmedo, en lata o alimentos caseros, este dispositivo esta diseñado para el suministro de croquetas.

BIBLIOGRAFÍA

- MICROCHIP. MPLAB Integrated Development Environment, www.microchip.com
<http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en019469&part=SW007002>
- MICROCHIP. Data sheet PIC 16F88: 18/20/28-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology. Internet ww1.microchip.com
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30487c.pdf>>
- DOCENTES UNAL. Motores paso a paso. Internet www.docentes.unal.edu.co
<<http://www.docentes.unal.edu.co/hfvelascop/docs/CLASES/DIGITALES2/LABORATORIO/Motor%20Paso%20a%20Paso.pdf>>
- CUSTOM COMPUTER SERVICES. CCS C Compiler Details www.ccsinfo.com
< <http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compiler-details>>

- SIEMENS. Solid Edge Información
General www.plm.automation.siemens.com
<http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/products/velocity/solidedge/overview/index.shtml>
- CADSOFT. EAGLE PCB Software
www.cadsoftusa.com
< <http://www.cadsoftusa.com/eagle-pcb-design-software/product-overview/?language=en>>
- AUTODESK. DipTrace
www.diptrace.com
< <http://www.diptrace.com/index.php?en=1>>
- BLOGSPOT. INGENIERIA EN DISEÑO MECANICO
www.blogspot.com
<<http://www.ingenieria-cad.blogspot.com/>>
- NOVARM. AutoCAD Información General
usa.autodesk.com
<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/item?siteID=123112&id=17739607>>

- IRONCAD, IronCAD XG
www.ironcad.com
<<http://www.ironcad.com/index.php/products/ironcad>>
- PENAGOS PLAZAS. Juan Ricardo. Cómo programar en lenguaje C los microcontroladores PIC16F88, 16F628A y 16F877A. Quito, Ecuador: segunda edición, microC. 2010. 198 p.
- MONTOYA DÍAZ. Luis Guillermo. Microcontrolador PIC16F88. Medellín, Colombia: EDILATINAS. 2007. 151 p.