

**IMPLEMENTACIÓN DEL PUNTO 7 DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9000
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE
CRAYÓN, ACUARELAS Y PLASTILINA EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS
ESCOLARES PINGÜI.**



**Oscar Fernando Bolaños Muñoz
Daniel Rodrigo Ortega Alegría**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE INGENIERIA FÍSICA
POPAYAN
2007**

**IMPLEMENTACIÓN DEL PUNTO 7 DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9000
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE
CRAYÓN, ACUARELAS Y PLASTILINA EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS
ESCOLARES PINGÜI.**

**Oscar Fernando Bolaños Muñoz
Daniel Rodrigo Ortega Alegría**

**Trabajo de Grado en la Modalidad de Pasantía Presentado como Requisito
Parcial para optar al Título de Ingeniero Físico**

**Director:
Msc. Jorge Washington Coronel**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE INGENIERIA FÍSICA
POPAYAN
2007**

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	12
1. PRODUCTOS ESCOLARES PINGÜI	14
2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN	17
2.1. EAGLE	17
2.2. MPLAB	17
2.3. SOLID EDGE	18
2.3.1. Ventajas principales <i>Solid Edge</i>	19
2.3.2. Áreas de aplicación	20
3. APLICACIÓN PRINCIPIOS BASICOS NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 9001 – 2000	21
3.1 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE CALIDAD	21
3.1.1. Enfoque basado en el cliente	21
3.1.2. Liderazgo	22
3.1.3. Participación del personal	22
3.1.4. Orientación para los procesos	22
3.1.5. Enfoque de sistema para la gestión	22
3.1.6. Mejora continua	23
3.1.7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones	23
3.1.8. Relación mutuamente beneficiosa con los proveedores	23
4. APLICACIÓN DEL PUNTO 7 DE LA NORMA ISO 9001 – 2000 PARA LA PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS ESCOLARES PINGÜI	24
4.1. OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN	25
4.2. REQUISITOS DEL PRODUCTO	26
4.2.1. Requisitos de ley	27
4.2.2. Requisitos del cliente	27
4.2.3. Requisitos del proceso	27
4.2.4. Requisitos de la organización	28
4.3. DISEÑO Y DESARROLLO	29
4.4. COMPRAS	29

4.5. ÁREA DE PRODUCCIÓN	31
4.6. TRAZABILIDAD	32
4.6.1. Nomenclatura de la empresa	33
4.6.2. Nomenclatura de los registros	33
4.6.3. Codificación numérica de los registros	33
4.7. PROPIEDAD DEL CLIENTE	34
4.8. DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL	35
4.8.1. Seguimiento en resultado de ventas	35
4.8.2. Seguimientos de producción	36
4.8.3. Seguimiento metrologico	36
4.9. DESARROLLO DE LOS REGISTROS DE CONTROL	37
4.9.1. Cotización	37
4.9.2. Recepción de materiales	37
4.9.3. Acta de recepción de producto	37
4.9.4. Control de inventario	38
4.9.5. Requisitos del producto	38
4.9.6. Mantenimiento de equipos	38
4.9.7. Control de producción continua	39
4.9.8. Registro total de producción	39
4.9.9. Control de producción anual	40
4.9.10. Encuesta	40
4.9.11. Evaluación de empleados	40
4.9.12. Unidades empacadas	40
4.9.13. Evaluación de proveedores	41
4.9.14. Desempeño de proveedores	41
5. DISEÑO DE MAQUINA GUIA PARA PRODUCCION DE PLASTILINA	42
5.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	45
5.1.1. Bases y soportes	45
5.1.2. Rodillos de alineación	46
5.1.3. Ensamble total de equipo	48
5.1.4. Implementación del equipo	49
6. SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA PARA PRODUCCION DE CRAYÓN	51
6.1. CIRCUITO DE MONITOREO DE TEMPERATURA	51
6.2. ADQUISICION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL	52

6.1.1. Circuito de balanceo	52
6.1.2. Etapa de prefiltrado	54
6.1.3. Amplificación de la señal	54
6.1.4. Linealización de la señal	55
6.1.5. Ajuste de offset	56
6.1.6. Filtrado	56
6.2. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA SEÑAL	57
6.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	60
7. MAQUINA DE SECADO DE ACUARELAS	62
7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO	63
7.2. DESCRIPCIÓN MECÁNICA DEL EQUIPO	63
7.3 PARTES MECÁNICAS DEL EQUIPO	64
7.3.1. Contenedor principal	64
7.3.2. Partes externas del equipo	66
7.4 CONTROLADOR DE TEMPERATURA	66
7.5. COMPONENTES DEL CONTROL DE TEMPERATURA	67
7.5.1. Transductor	67
7.5.2. Bloque de sensado	69
7.5.3. Bloque de amplificación	69
7.5.4. Procesamiento digital de la señal	70
7.5.4.1. Bloque de conversión análoga digital	70
7.5.4.2. Bloque de procesamiento de datos y filtrado	70
7.5.4.3.. Filtro digital	71
7.5.5. Dispositivo De Entrada De Comandos	71
7.5.6. Funciones Y Modos Del Controlador	72
7.5.7. Operación de Control	73
7.5.7.1. Principio de control de fase	73
7.5.8 Microcontrolador	75
7.5.9. El Reloj DS1302	76
7.5.10. Actuador	78
7.5.11. Principio de funcionamiento sistema desarrollado	79
7.5.12. Dispositivo para despliegue de información	82
7.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	83
7.6.1 Ensamble De Equipo	83
7.6.2. Implementación del equipo	84

7.6.3. Interfaz de usuario	85
CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	92

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 4.1. Nomenclatura de Productos Escolares Pingüi	33
Tabla 4.2. Nomenclatura de registros	34
Tabla 7.1. Características de la lámpara	78

Figura 7.6. Voltaje de entrada vs. Voltaje de salida	68
Figura 7.7. Gráfica de análisis	69
Figura 7.8. Circuito para acople del sensor LM35	70
Figura 7.9. Teclado matricial de 4 filas y 4 columnas	72
Figura 7.10. Controlador monofásico de onda completa	74
Figura 7.11. Diagrama en bloques del controlador de temperatura	75
Figura 7.12. Conexión entre el reloj de tiempo real DS1302 y el microcontrolador	77
Figura 7.13. Lámpara 250 watts	77
Figura 7.14. Distribución radial de energía relativa	78
Figura 7.15. Opto acoplador	79
Figura 7.16. Circuito de disparo del triac	80
Figura 7.17. Cruce por cero	81
Figura 7.18. Señal de salida	82
Figura 7.19. Pantalla LCD	83
Figura 7.20. Ensamble de la cámara de secado	84
Figura 7.21. Cámara de secado	85
Figura 7.22. LCD saludo inicial	86
Figura 7.23. LCD variables a ser controladas	86
Figura 7.24. LCD configuración de temperatura	86
Figura 7.25. LCD configuración de temperatura	87
Figura 7.26. LCD temperatura del sistema y tiempo transcurrido	87
Figura 7.27. LCD tiempo completo	87

INTRODUCCIÓN

Las certificaciones de calidad se han convertido para la industria colombiana en una ventaja de mercadeo que permite, a quien las tiene, participar en los más exigentes procesos de contratación dentro del país y abrirse paso en los mercados internacionales

Hoy en día es normal escuchar hablar a los industriales colombianos sobre las certificaciones de calidad ISO 9000, ISO 14000 o sobre el Sello de Calidad *INCONTEC*, y su importancia a la hora de participar en procesos de licitación pública, contratos con la empresa privada, selección de proveedores y gestiones de exportación. Este fenómeno crece y está desatando una reacción en cadena en la que la industria necesita tener y exigir estos certificados para garantizar alta calidad en sus productos y así permanecer en el mercado. Se gesta entonces a un nuevo mercado selectivo en el que sólo tendrán cabida las empresas que, de alguna manera, estén certificadas en sus procesos.

La globalización y los rápidos cambios tecnológicos han modificado drásticamente el ambiente competitivo para las empresas nacionales. La competencia del exterior es una realidad en casi todos los sectores y para entrar en los mercados internacionales las empresas del país deben lograr calidad en sus productos y procesos, eficiencia organizacional y excelencia en el servicio al cliente. Por esto, es de vital importancia para las empresas colombianas optar por certificaciones de calidad mundialmente aceptadas, para lograr un reconocimiento internacional y por ende, una mejor posición competitiva.

En el trabajo realizado conjuntamente con la microempresa *Productos Escolares Pingüi*, la cual se dedica a producir productos educativos como son: plastilina, crayones, pegante, borradores, acuarelas, entre otros; empresa que cuenta con una experiencia de 11 años en el mercado, y empieza a ganar reconocimiento, se inicia la implementación del sistema de Gestión de la Calidad en el área de producción, aplicando el punto 7 de la misma norma, para garantizar a sus clientes un producto con calidad y que se encuentre certificado por una entidad como es el *INCONTEC*.

Dentro de los trabajos realizados para el mejoramiento de la calidad de los productos en la empresa *Productos Escolares Pingüi* se optimizaron los procesos de producción, de productos representativos de la empresa, como son la producción de crayones, acuarelas y plastilina.

1. PRODUCTOS ESCOLARES PINGÜI

Productos Escolares Pingüi es una empresa nacional dedicada a la producción de productos escolares como: plastilina, crayones, vinilos, entre otros más. Esta es una empresa ubicada en *Santiago de Cali* departamento del *Valle*, esta fue creada el 25 de enero de 1995, en sus comienzos, inició su producción, fabricando y distribuyendo plastilina en dos presentaciones diferentes, cajas de 100 y 50 gramos. Posteriormente se fabricó plastilina de mejor calidad, en forma de barras de 60, 200 y 1000 gramos. *Productos Escolares Pingüi* amplió su producción introduciendo al mercado temperas y crayones, las temperas constaban de seis colores: blanco, amarillo, azul, rojo, verde y negro, mientras tanto, para los crayones se contaba con presentaciones de 10 y 6 crayones, grueso y delgado, con peso de 5 y 10 gramos por crayón.



Figura 1.1. Producto de la empresa

Actualmente esta empresa cuenta con más de 10 productos, entre los que se encuentran: plastilina en diferentes presentaciones, en cajas con diferentes colores, barras de un solo color y vasos, todos estos en diferentes pesos, crayones en diferentes gramajes, también se produce pegante, cartucheras, tablas didácticas y se encuentra en proyecto la fabricación de acuarelas y borradores. En la figura 1.1 y 1.2 se indica el logo que actualmente tiene la empresa.



Figura 1.2. Logo de la empresa *Productos Escolares Pingüi*

Productos Escolares Pingüi es una empresa, que se encuentra en miras de expansión actualmente posee distribuidores en la capital del Valle y municipios aledaños como *Puerto Tejada, Florida, Yumbo, Jamundí, Zarzal y Cartago*; además, se encuentra en otras ciudades como *Armenia e Ibagué*. Gracias a esta empresa otros productores de productos escolares como el Cid y Bazt, han logrado incursionar en mercados extranjeros como México, Ecuador, Venezuela y Estados Unidos. Llevando productos de *Pingüi*, pero con la marca de las empresas antes mencionadas, proceso al cual se le llama maquilado

En el proceso de producción *Productos Escolares Pingüi*, adquiere materias primas a empresas que se encuentran certificadas, como mínimo en ISO 9000 y que cumplan con estándares de calidad. Las empresas que actualmente brindan materias primas son proveedores nacionales e internacionales certificados. Sin embargo, aunque *Productos Escolares Pingüi*, es una empresa que exige buenos productos y cumple con procesos de calidad como implementar materiales USP (De Uso Para Salud Publica), como vaselina usada en cosmetología; en la empresa hace falta implementar procesos que garanticen que los productos que se están produciendo, sean de buena calidad, como por ejemplo, el llevar registro de producción, registro de control de materias primas, registro de los patrones metrologicos, entre otros

Actualmente la empresa cuenta con maquinaria de tipo artesanal, que ha sido creada por el propietario de la empresa, que requiere de mucha manipulación por parte del personal durante la fabricación de los productos, por lo que se debe llevar un registro de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, y a pesar de que actualmente no

se cuenta con estos registros, se manipulan a diario; sin embargo son muy productivas. Actualmente la empresa quiere incursionar en nuevas tecnologías para aumentar su productividad, debido a que el mercado se lo está exigiendo; sin embargo, aún no tiene la capacidad financiera para adquirir maquinaria de alto costo, partiendo de este punto, se creó un convenio entre la *Universidad Del Cauca*, en específico el programa de *Ingeniería Física y Productos Escolares Pingüi*, con la finalidad de brindar cooperación, para sacar esta empresa adelante y generar beneficios a las partes; para la empresa actualizando y generando principios de automatización y para los estudiantes abrir nuevos caminos de desarrollo donde se pueda aplicar los conocimientos del *Ingeniero Físico*, y darse a conocer en el mercado.

2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

2.1. EAGLE

EAGLE es un potente editor de gráficos y esquemas de planos electrónicos por medio del computador, este software permite diseñar un circuito, generar los planos físicos y realizar una simulación de las pistas físicas de la placa del circuito, para la verificación de errores. Permite trabajar en una área máxima de dibujo 1.625 x 1.625 mm (64 x 64 pulgadas), con una resolución de 1/10.000 mm (0.1 micras) y hasta generar Hasta 255 capas a colores definidos por el usuario, *Eagle* permite hasta 99 hojas por esquema y la generación automática de la placa teniendo en cuenta que continuamente realiza una verificación eléctrica (se verifican errores entre los esquemas eléctricos y de líneas de conexión).

Para la realización de la aplicación de *Eagle* en los equipos realizados en Productos Escolares Pingüi se utilizó la versión libre (*Freeware*), En la Edición Reducida de EAGLE, disponible como *Freeware* (para prueba y evaluación).

2.2. MPLAB

MPLAB es un entorno de desarrollo integrado que le permite escribir y codificar los microcontroladores PIC de Microchip para ejecutarlos. El *MPLAB* incluye un editor de texto, funciones para el manejo de proyectos, un simulador interno y una variedad de herramientas que lo ayudaran a mantener y ejecutar cualquier aplicación. También provee una interfase de usuario para todos los productos con lenguaje microchip, programadores de dispositivos, sistemas emuladores y otras herramientas. [25]

2.3. SOLID EDGE

Solid Edge es un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD) para el modelado de conjuntos, piezas mecánicas y la producción de dibujos. Desarrollado con la tecnología STREAM, Solid Edge se ha diseñado para incrementar el rendimiento del programa con una interfaz que garantiza una mayor productividad del usuario y una amortización rápida de la inversión realizada. La tecnología STREAM de Solid Edge

impulsa la productividad esencial para el usuario de CAD al capturar las intenciones de diseño de modelado de sólidos de los ingenieros mediante los conceptos de lógica de deducción y gestión de decisiones. La tecnología STREAM hace de Solid Edge un sistema CAD fácil de aprender y de usar y más productivo que cualquier otro sistema CAD de gama media del mercado.

Este Sistema es idóneo para aquellos profesionales, ingenieros que aplican el diseño mecánico y que apuesten por la ventaja competitiva. Solid Edge ofrece un excelente desempeño para el diseño y producción de planos de piezas mecánicas y ensamblajes, para ayudar a los fabricantes a introducirse en el mercado en menos tiempo con productos de mayor calidad y menor coste.



Figura 2.1. Aplicaciones de *Solid Edge* en la industria del diseño mecánico

Solid Edge permite a las personas que están en el campo de diseño de piezas y equipos mecánicos, reducir los tiempos de comercialización, gracias a la obtención de un diseño correcto desde el primer momento. Solid Edge, que es más que un paquete de modelado y producción de planos, contiene unas herramientas exclusivas para eliminar los errores de diseño y reducir así el tiempo de desarrollo y los costes. Al diseñar con Solid Edge, no solo se crean prototipos virtuales en 3D de los productos, sino que también se aprovecha el conocimiento con el que se consigue un proceso de ingeniería preciso y sin errores. Las herramientas especialmente productivas de Solid Edge son muy asequibles y fáciles de utilizar para ayudarle a obtener los beneficios empresariales de la avanzada tecnología de diseño mecánico en 3D. [8]

2.3.1. Ventajas Principales Solid Edge

- Operaciones específicas para el proceso de modelado de la industria.
- Gestión de grandes conjuntos complejos formados por muchas piezas y subconjuntos.
- Gestión de datos de conjunto desde las primeras fases de planificación del proyecto hasta los ciclos de revisión, fabricación, mantenimiento del proyecto y archivado.
- Automatización y racionalización de todas las funciones de diseño, desde el concepto hasta el diseño en detalle y la producción de planos, para reducir notablemente el tiempo de desarrollo.
- Creación de modelos virtuales muy precisos que incorporan conocimiento de ingeniería para evitar errores costosos y trabajo innecesario.
- Ayuda para la evaluación de un mayor número de alternativas de diseño en menos tiempo, para optimizar el rendimiento y aumentar la fiabilidad.
- En el diseño de ensamblajes, admite tanto la técnica "top-down" como "bottom-up", permite dividir las tareas de diseño entre los miembros del equipo, presentar los subensamblajes a medida que se terminan y garantizar un producto final homogéneo.
- Ayudas de diseño exclusivas para eliminar errores y facilitar la toma de decisiones.
- Seguimiento de los dibujos de ingeniería, consecuencia de las alteraciones del modelo de diseño en 3D.
- Controles de diseño, detalle, anotación y dimensiones que se ajustan automáticamente al estándar del plano mecánico seleccionado.
- Sistema asociativo de producción de planos que crea y actualiza automáticamente los dibujos de modelos 3D.
- Minimización de los costes relacionados con la creación de prototipos, los errores y las revisiones, y las peticiones de modificación.

2.3.2. Áreas De Aplicación Las prestaciones descritas en los apartados anteriores, hacen de Solid Edge una herramienta de gran utilidad en el diseño de:

- a) Utillaje y componentes.
- b) Maquinaria y estructura mecánica.
- c) Maquinaria general.
- d) Electromecánica.
- e) Maquinaria y equipos para la industria de proceso.
- f) Maquinaria agrícola, obras públicas y transporte.
- g) Maquinaria de corte, manipulación y mecanizado.

3. APLICACIÓN PRINCIPIOS BASICOS NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 9001 - 2000

El objetivo de realizar gestión de calidad, fuera de buscar tener el título de certificación que entrega, por ejemplo las instituciones como el **INCONTEC o SGS** (que son empresas autorizadas en Colombia para certificar gestión de la calidad) es lograr formar una cultura de calidad, lo que conlleva a que siempre una empresa trabaja para un cliente y depende del cliente, para que esta pueda subsistir en el mercado; por lo tanto, una empresa debe trabajar en pro del beneficio del cliente, procurando que el siempre este a gusto con el producto o servicio que se le presta.

3.1. PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE CALIDAD

A continuación se presentan los principios básicos que debe tener una empresa, y se debe tener en cuenta que estos principios no se encuentran contenidos en un documento, por el contrario son principios fundamentales, los cuales deben practicarse por parte del personal y se deben aplicar en todos los procesos que influyen en la empresa, estos principio deben se una cultura generada por todos y cada una de las persona que laboran en la empresa, la cual conduce al mejoramiento continuo.

3.1.1. Enfoque basado en el cliente En una empresa, la cual vende un producto o servicio a un cliente específico, depende del mismo para existir en el mercado; por lo tanto, se deben tomar acciones para brindar una mayor satisfacción al consumidor, esto conlleva primero a identificar sus necesidades, necesidades que deben estar documentadas. Para este caso, que es una empresa que ofrece un producto, el cual debe cumplir con los requisitos mínimos estipulados por el cliente, se debe conocer las necesidades y opiniones del usuario final, lo que debe ser una de las prioridades de la empresa, esto se realiza implementando métodos como: encuestas y buzón de sugerencias; además, es muy importante hacer uso de un sistema de quejas y reclamos, las cuales deben quedar por escrito, y por último no sólo conocer a quien le estamos ofreciendo el producto, si no también determinar futuros clientes y para que ellos observen que los productos ofrecidos llenan los requisitos que ellos buscan.

3.1.2. Liderazgo deben existir personas en el interior de la empresa que promuevan la unidad dentro de la organización, que mantengan el propósito y la orientación, en pos de un

objetivo; personas que puedan crear un buen ambiente interno de trabajo involucrando a todos y cada uno de los miembros que componen a la organización, un individuo que conozca el tema en el proceso en el que se está desarrollando, personas comprometidas, leales y capaces, con el fin de lograr una buena prestación del servicio a los clientes que son el principal objetivo.

3.1.3. Participación del Personal inicialmente se debe tener en cuenta que se desea formar una nueva cultura de calidad, y esa cultura implica involucrar a cada uno de los miembros de las empresas, desde un celador, hasta el presidente de la organización. Todos deben comprender de qué se tratan las políticas de calidad, esto como primer punto. También se debe tener en cuenta que hay personas que se desempeñan en cargos, específicos y que cuando se tomen decisiones que afecten a estas personas es bueno tomarlas en cuenta, ya que ellos son los que conocen sus labores, y pueden aportar ideas de mejoramiento más acertadas, lo que conlleva a una mejor prestación del servicio.

3.1.4. Orientación para los procesos se debe organizar todo el funcionamiento de la empresa orientado a procesos, ya que mejora el funcionamiento de la misma, genera ahorro de tiempo, ahorro de presupuesto, agilidad para dar soluciones rápidas, entre otras.

3.1.5. Enfoque de sistema para la gestión expresa que se debe tener un norte, unos objetivos de calidad, tener una visión y una misión establecida, la cual se refleje dentro de la empresa que no se quede solamente en un papel, proponerse metas de calidad y cumplirlas, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos. Entre sus ventajas se tiene:

- Integración y alineación de los procesos que mejor logran los resultados deseados
- Proporcionar confianza a las partes interesadas respecto de la consistencia, la eficacia y la eficiencia de la organización

- Brindar una mejor comprensión de las funciones y las responsabilidades necesarias para lograr los objetivos comunes y consecuentemente reducir las barreras de funciones cruzadas.

3.1.6. Mejora continua tal vez este sea una de las partes mas importantes en el sistema de la gestión de calidad, y establece, que debe estar constantemente realizando evaluaciones y observar en que sectores se puede mejorar, ver cosas nuevas que se puedan añadir al sistema, vigilar constantemente las necesidades de los clientes y procurar cumplir con estas necesidades; además, se debe tener en cuenta que este requisito no se tome como obligación si no una forma de vida y de cultura dentro de la empresa. Las ventajas que trae como consecuencia la implementación de la mejora continua, es la disminución de reprocesos, disminución del producto no conforme, mayor satisfacción del cliente, entre otros.

3.1.7. Enfoque basado en hechos Para la Toma de Decisiones con esto se busca básicamente que todo lo que se realice dentro de la empresa debe quedar registrado, desde el mantenimiento de los equipos, hasta las reuniones de la alta gerencia; también deben quedar registradas, las opiniones de los clientes, las quejas y reclamos. El tener toda esta documentación, permite tener bases para la toma de decisiones que sirvan para mejorar el funcionamiento de la empresa.

3.1.8. Relación mutuamente beneficiosa con los proveedores así mismo como se conoce a nuestros clientes también se debe conocer a los proveedores, ya que un mal proveedor puede generar el no cumplimiento con los clientes, por lo que se debe analizar cuales son los potenciales y cuales son sus defectos, tratar de formar una relación clara y un compromiso para que el funcionamiento no tenga problemas.

4. APLICACIÓN DEL PUNTO 7 DE LA NORMA ISO 9001 – 2000 PARA LA PRODUCCIÓN DE *PRODUCTOS ESCOLARES PINGÜI*

Productos Escolares Pingüi es una empresa pequeña, con pocos empleados y con una gran participación en el mercado; se encuentra en función del crecimiento y de expansión en el sur occidente colombiano, conllevando a restringir la información que la empresa posee, documentos de producción, fórmulas, proveedores, materias primas e información que se tenga acerca del mercado. Esta información se puede filtrar a empresas que se dedican a la misma actividad comercial; por lo tanto; en este documento se expondrá lo que se ha desarrollado en el tiempo de progreso de la pasantía, en la empresa, en el área de producción; sin embargo, por orden de gerencia se restringió la publicación de información que pueda afectar a la institución. En este documento se muestra la implementación del sistema fundamental del punto 7 de la norma ISO 9001 – 2000, en la de realización de la pasantía se trabajó con información confidencial, de la cual sólo en algunos puntos de este documento se ilustra o se indica, en general la forma fundamental de cómo se ha implementado este proceso en esta empresa y de los pasos que se han desarrollado para tal fin.

Otro punto fundamental para el entendimiento de este documento, es tener en claro que la norma ISO 9000 – 2000 se divide en tres partes fundamentales las cuales son: la norma 9000, la norma 9001 y la norma 9004, todas de la versión 2000; la primera norma establece los conceptos fundamentales y definiciones del lenguaje utilizado en la implementación de un proceso de gestión de la calidad; la segunda parte de la norma establece los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta y que debe implementar una empresa para obtener el título de certificación de la calidad y la parte final de la norma establece criterios por encima de la norma ISO 9001 para una mejor gestión de la calidad.

Aclaración: Productos Escolares Pingüi es una empresa que ha decidido iniciar un proceso de implementación de la norma ISO 9000 – 2000 en el área de producción, con la finalidad de realizar una evaluación del comportamiento de esta norma en la empresa y así establecer la posibilidad de una implementación total a futuro. En este trabajo, se realiza la implementación del punto 7 de la norma mencionada hasta donde la empresa ha permitido realizar el trabajo, también la empresa cuenta con documentación de formulación y estudios de

mercados, los cuales no han sido permitidos publicar por seguridad industrial, cuya orden proviene de la gerencia de la empresa.

Productos Escolares Pingüi, es una empresa que obedece a la forma en como están conformados los calendarios estudiantiles a nivel nacional, depende de las temporadas cuando se inician las jornadas académicas, para poder distribuir en mayor cantidad sus productos; por lo tanto, para poder realizar una aplicación del punto 7 de la norma ISO 9001 – 2000, inicialmente se debe realizar un estudio de mercados anteriores, que solo consiste en ver el comportamiento de el mercado en otras temporadas. Este estudio corresponde al área gerencial, los resultados que entrega este, van directamente al área de planeación, posteriormente se genera un plan de trabajo para la sección de producción, área donde aplica el punto de la norma el cual se ha desarrollado punto a punto en este trabajo.

En el punto 7 de la NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 9001 *SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9000 – 2000*, se ha venido implementando en un gran porcentaje en la empresa *Productos Escolares Pingüi*, verificando parámetros con los cuales cumple y parámetros en los que se requiere complementación, también en diferentes puntos la norma exige documentación, la cual es requerida para planear estrategias de trazabilidad sobre los procesos, los cuales se encuentran incluidos en el anexo 1.

4.1. OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN

Se establecen los objetivos del área de producción, los cuales son definidos por los requisitos de la empresa y el cliente, los cuales son:

- a) Garantizar un producto de excelente calidad, el cual cumpla con los parámetros mínimos establecidos para la producción del mismo.
- b) Cumplimiento de los reglamentos por parte del personal, establecidos por *Productos Escolares Pingüi*.
- c) Utilizar materias primas certificadas (ver punto 5.4), que garanticen un producto no tóxico, no decoloro y apto para la manipulación humana.

- d) Cumplimiento con los tiempos establecidos en producción para la entrega oportuna de un producto determinado
- e) Los equipos de calibración y medidas deben ser calibrados, con patrones en instituciones certificadas.
- f) Mantener al día planes de mantenimiento para los equipos de producción, los cuales garanticen un producción continua en la fabricación del producto.
- g) Se debe mantener el uso adecuado de indumentaria en la fabricación del producto, que garantice la seguridad del empleado y de las instalaciones de trabajo.

4.2. REQUISITOS DEL PRODUCTO

La norma ISO 9001 - 2000 estipula claramente que se debe tener conocimiento continuo de los requisitos de todas las partes que hacen parte del proceso, en el documento "*Requisito de Producto*" el cual se encuentra en el anexo 1, y entregado con copia a la empresa, se muestran tablas diseñadas, previamente analizadas por los funcionarios de *Productos Escolares Pingüi*, las cuales garantizan tener en cuenta todos los requisitos necesarios para cumplir con un producto de excelente calidad, entre estos requisitos tenemos:

- a) Requisitos de ley
- b) Requisitos del cliente
- c) Requisitos del proceso
- d) Requisitos de la organización

4.2.1. Requisitos de ley

- a) Contar con registro de Cámara y Comercio, *La DIAN*, *EL RUT* y toda la documentación legal.
- b) Cumplir con las normas de seguridad estipuladas para producción de insumos
- c) Contar con los permisos de producción.

4.2.2. Requisitos del cliente

- a) El producto debe cumplir con las características estipuladas en el contrato
- b) La entrega del producto se debe realizar, a más tardar, en la fecha estipulada
- c) El producto entregado debe cumplir con un tiempo de garantía, el cual permita al cliente o un tercero, entregar el producto sin ninguna complicación por deterioro del mismo.
- d) El total de producto defectuoso no debe superar más del 1%
- e) Contar con la documentación necesaria que permita ver las características del producto adquirido y en caso de falla, remitirla a la empresa con los datos específicos para que se tomen las acciones correctivas correspondientes.

4.2.3. Requisitos del proceso

- a) Se debe contar con las materias primas necesarias que garanticen la fabricación del producto y no tener paradas por ausencia de las mismas.
- b) Contar con el personal idóneo, con los conocimientos básicos y con la disponibilidad de tiempo necesario en la fabricación del producto.
- c) Contar con la indumentaria requerida utilizada en el proceso de fabricación, que es aportada por la empresa *Productos Escolares Pingüi*, la cual debe ser potada por el personal en todo momento mientras se encuentre dentro de las instalaciones de la empresa.
- d) Se debe contar con la maquinaria apropiada, equipos en completo funcionamiento, los cuales deben poseer su hoja de vida al día (véase anexo 1, *"Mantenimiento de Equipos"*), especificando mantenimientos anteriores realizados y los que se encuentran próximamente programados.
- e) Contar con los equipos de medida totalmente calibrados por una institución certificada.
- f) Contar con instalaciones que permitan almacenar de manera segura las materias primas, la realización del producto y posteriormente, la organización en bodega del mismo.

g) Documentación necesaria que permita (véase anexo 1 “*Mantenimiento de Equipos*”):

1. Control de inventario de materias primas
2. Formulas de proporciones para fabricación
3. Control de registros de producción
4. Registros de mantenimiento de maquinaria
5. Registros de calibración de equipos de medidas
6. Registro de producto terminado en bodega
7. Registro de fallas en producto terminado
8. Registros para variaciones en producción

4.2.4. Requisitos de la organización

- a) El producto entregado debe cumplir con las características estipuladas para cada uno de los mismos.
- b) Debe ser entregado en la fecha y hora estipuladas
- c) Verificación continua de las materias primas y reporte inmediato para su pertinente adquisición.
- d) Continuo seguimiento de los registros estipulados por la empresa
- e) Documentación al día de los procesos realizados de producción y solicitados por la organización.
- f) Continuo seguimiento de los procesos de producción para realizar una mejora continua en los mismos y en sus resultados

4.3. DISEÑO Y DESARROLLO

En Productos Escolares Pingüi, se cuenta con productos definidos que se distribuyen en el mercado, que poseen formulas definidas que se han verificado por años de producción, las cuales no son modificadas por cumplimiento con el cliente, y actualmente no se tiene estipulado la fabricación de nuevos productos; por lo tanto, no es necesario realizar un análisis de producción y un análisis de mercado, por lo consiguiente no aplica el punto 7.3 *DISEÑO Y DESARROLLO* de la norma ISO 9001 – 2000.

4.4. COMPRAS

Actualmente, la norma ISO 9001 – 2000 estipula que un proveedor debe ser estudiado a perfección, es de quien se va a hacer uso de sus insumos. *Productos Escolares Pingüi* que es una empresa que lleva en el mercado alrededor de 11 años, y a logrado conocer diferentes proveedores de materias primas, los cuales se han venido evaluando bajo diferentes criterios, según el producto que se este proporcionando, evalúa los diferentes proveedores, los cuales proporcionan los insumos químicos, productos como parafina, vaselina, colorantes, gas, entre otros, insumos requeridos para fabricar el producto que se comercializa, y se evalúa los proveedores que proporcionan los empaques y envases implementados para su posterior presentación y almacenamiento del producto.

Productos Escolares Pingüi, durante años ha trabajado con diferentes tipos de proveedores, logrando encontrar buenos y malos fabricantes de insumos, lo que ha permitido realizar un depuración, hasta encontrar empresas que brindan una buena relación de precio y calidad en los insumos que requiere la empresa para poder comercializar los productos escolares. Sin embargo, no se contaba con la documentación necesaria que permitiera llevar un registro de los productos adquiridos. Actualmente se ha desarrollado documentación llamada “*Evaluación de Proveedores y Desempeño de Proveedores*” que se encuentra en el anexo 1, la cual permite realizar una evaluación de los productos adquiridos.

La documentación desarrollada, permite evaluar estas materias primas con diferentes criterios, según su aplicación y dependiendo del producto donde van a ser utilizadas. Se evalúan características como: color, olor, peso, consistencia, características estipuladas por la empresa dependiendo del producto donde serán aplicadas. Se solicita al proveedor la ficha técnica del producto y finalmente se realiza un análisis de la materia prima una vez procesado el producto y observando el comportamiento de la misma en el resultado final.

La segunda evaluación se le hace a los empaques, donde se entrega el producto final al consumidor. Los tipos de empaques evaluados son: cajas plegables, las cuales son las que permiten empaquetar productos como la plastilina, crayones, etc., se posee cajas corrugadas las cuales permiten empaquetar los productos terminados y entregarlos a los

distribuidores correspondientes; también se analizan los envases de almacenamiento de vinilos, pegantes y acuarelas. La evaluación de estos productos se realiza contabilizando el número de empaques o envases defectuosos, los cuales no deben superar el 5% de los empaques totales entregados por el proveedor; posteriormente, estos empaques son almacenados y enviados nuevamente al proveedor, con un documento el cual contiene un informe en el cual se indique la cantidad de materias primas defectuosas, el tipo de falla que se presentó y con que frecuencia se viene presentando este problema. Este proceso se realiza para que el proveedor realice una posterior reposición del producto, la cual se hace con el siguiente pedido.

Finalmente encontramos los requisitos legales necesarios para evaluar un proveedor, los cuales son solicitados al inicio de un convenio; realizar este procedimiento certifica que se trabajará con empresas serias, y garantiza a futuro que no se incumpla en la entrega de una producción por falla en las materias primas. La documentación legal solicitada es:

- Certificado *cámara de comercio*
- *RUT*
- Balance general
- Tiempo en el mercado
- Referencias comerciales
- Carta de crédito
- Datos personales de la empresa

Nota: la empresa Producto Escolares Pingüi cuenta con formatos los cuales contienen toda la información de las materias primas que se requieren para la fabricación de los diferentes productos que se comercializan en la empresa, formatos con los cuales se realiza la recepción de las materias primas, por lo tanto se restringe la información al público.

4.5. ÁREA DE PRODUCCIÓN

El control de producción continua es una de las etapas más importantes del proceso de calidad, el cuál se viene desarrollando en *Productos Escolares Pingüi*. En el área de producción, donde diariamente entran materias primas y salen procesados los productos a comercializar se debe llevar un monitoreo continuo de estos insumos, al

mismo tiempo se debe llevar un control permanente de los empleados que están procesando los insumos; para tal fin, se han desarrollado formatos que permiten realizar un seguimiento de todos los factores que influyen en el proceso de producción que se realiza diariamente. Esto ha permitido en la empresa fijar metas y observar diariamente hasta que punto se cumple o en que factores se encuentra fallando con la norma ISO 9001.

En primer lugar se evalúa la producción, para tal fin se desarrolló un formato, el cual se encuentra en el anexo 1, con el nombre "*Control De Producción Continua*" y contiene todos los parámetros correspondientes, los cuales permite evaluar todos los productos sin necesidad de realizar cambio de formato, en este documento se puede anexar:

- Unidades producidas en un día
- El muestreo que se realiza sobre el producto para su correspondiente evaluación
- Unidades defectuosas presentadas
- Causas de problemas en productos
- Estándares a cumplir establecidos por la empresa , los cuales corresponden a las unidades máximas erróneas por producción permitidas por producción
- Evaluación de lote de producción

Para una empresa que se encuentre en proceso de crecimiento, es muy importante llevar un control continuo de las unidades con las cuales se cuenta para comercializar y como es el comportamiento del mercado, por lo tanto, en el formato control de producción anual, que se encuentra en el anexo 1 observamos de una forma gráfica como se realiza un análisis continuo de producción.

Finalmente, se debe tener en cuenta el proceso de evaluación de los operarios, el cual permite observar el rendimiento de los empleados y premiar, cuando sea correspondiente, o tomar los correctivos pertinentes de ser necesario, decisiones que son tomadas por el gerente de la empresa.

4.6. TRAZABILIDAD

En el proceso de la implementación de la norma ISO 9001, en la empresa *Productos Escolares Pingüi* se han diseñado registros, los cuales permiten llevar un control continuo sobre los diferentes aspectos relacionados con los productos que ofrece la empresa al público en general.

Todo los registros utilizados en la implementación de la norma, cuentan con un sistema de codificación, el cual permite realizar un seguimiento continuo, lo que conlleva, en caso de imprevistos sobre un lote de producción, a realizar una rápida verificación y una pronta corrección de los errores presentados en una producción anterior y tomar los correctivos pertinentes para que no se vuelvan a presentar.

Esta codificación se divide en tres grupos importantes, los cuales son:

4.6.1. Nomenclatura de la empresa (Tabla 4.1). En esta tabla se encuentra las palabras claves utilizadas en el área de producción y que son de importancia para realizar una rápida identificación de un producto o de un registro determinado,

Tabla 4.1. Nomenclatura de palabras claves en *Productos Escolares Pingüi*

PALABRA	ABREVIATURA	PALABRA	ABREVIATURA	PALABRA	ABREVIATURA
PLASTILINA	PL	CONTROL	C	EVALUACION	V
CRAYONES	CR	ANUAL	A	PROVEDORES	S
ACUARELA	AC	ENCUESTA	EN	DESEMPEÑO	D
BORRADORES	BR	MANTENIMIENTO	M	EMPLEADOS	T
COTIZACION	Z	EQUIPOS	Q	REGISTROS	R
COLBON	CB	CONTINUA	I	PRDUCTO	U
TRAZABILIDAD	TZ	PRODUCCION	P	FORMATO	F
CLIENTE	E	TOTAL	O	INVENTARIO	K
EMPAQUE	V	RECEPCION	N	COLORANTES	CL

4.6.2 Nomenclatura de los registros (Tabla 4.2). En esta tabla simplificada se indica como se encuentran codificados los registros que contiene la empresa. Esta codificación se desprende de las palabras claves que se encuentran en la tabla 5.1.

4.6.3 Codificación numérica de los registros La codificación que se encuentra en cada uno de los registros se divide en cuatro partes fundamentales como se observa a continuación:

$$\frac{CC}{1} - \frac{PL}{2} \frac{01}{3} - \frac{0806}{4}$$

- 1- Indica el tipo de registro que se esta llevando.
- 2- Muestra el producto al cual se le esta llevando el control
- 3- Es el numero de registro que se lleva actualmente
- 4- Este número determina en que mes y año se realizo el control de producción del lote correspondiente.

Como se puede observar, toda esta codificación no permite que existan dos lotes de producción con la misma codificación, lo que garantiza un control continuo sobre la producción que se esta realizando y además trazabilidad en cualquier momento que se requiera.

Tabla 4.2. Nomenclatura de registros

ITEM	PROCEDIMIENTO	ABREVIATURA
1	ACTA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTO	UE
2	UNIDADES EMPACADAS	UM
3	REGISTRO TOTAL DE PRODUCCIÓN	OP
4	CONTROL DE PRODUCCIÓN ANUAL	CA
5	CONTROL DE PRODUCCIÓN CONTINUA	CC
6	CONTROL DE INVENTARIO	CK
7	RECEPCIÓN DE MATERIALES	UN
8	COTIZACIÓN	ZU
9	MANTENIMIENTO DE EQUIPO	MQ
10	EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	VS
11	DESEMPEÑO DE PROVEEDORES	DS
12	ENCUESTA	EN
13	DESEMPEÑO DE EMPLEADOS	DT
14	REQUISITOS DE PRODUCTO	RU

4.7. PROPIEDAD DEL CLIENTE

Muchas empresas fabricantes de productos escolares, conocen la calidad de la empresa, por lo que recurren a ella, para producir los insumos escolares, pero que finalmente aparecen con el nombre de la empresa que encarga el proceso, este procedimiento se conoce con el nombre de “*Maquilado*”, el cliente en estos casos es quien solicita el servicio de maquilado, pero este proporciona los empaques plegables en el cual finalmente se presenta el producto.

Estos empaques son proporcionados por el cliente de la empresa y requieren que sean almacenados con un cuidado y control adicional, al llevado con las materias primas utilizadas por la empresa, en *Productos Escolares Pingüi* se almacena esta propiedad del cliente en cuartos especiales; sin embargo, no se llevaba un control continuo documentado sobre estos insumos.

Actualmente se desarrollaron formatos de control que permite realizar un seguimiento continuo sobre esta propiedad del cliente, la cual por un mal manejo puede contener hasta implicaciones legales. En el formato desarrollado que se encuentra en el anexo 1 con el nombre de “*Acta De Recepción Del Producto*”, es llenado en presencia del cliente para que se verifique la información contenida, y finalmente registre la firma como constancia y aprobación del proceso realizado. El documento cuenta con su correspondiente codificación, lo cual garantiza que es irremplazable y no existe la posibilidad de que se repita un documento con igual número de registro.

4.8. DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y CONTROL

La empresa *Productos Escolares Pingüi* cuenta con registros que permiten realizar un seguimiento al proceso de producción, realizar mediciones sobre este y llevar un control continuo. Los registros implementados en la empresa se dividen entres grupos, que son:

- Seguimiento en resultado de ventas

- Seguimientos de producción
- Seguimiento metrologico

4.8.1. Seguimiento en resultado de ventas el proceso es manejado directamente por gerencia y una subdivisión llamada área de ventas; este procedimiento no opera directamente sobre el proceso de producción, pero afecta directamente sobre el mismo, ya que si no se generan las ventas estimadas, según los cuadros de proyecciones, la producción puede estancarse o acumularse en bodega más de las unidades estimadas.

4.8.2. Seguimientos de producción para el proceso de producción se tiene en cuenta, como se ha mencionado en todo el desarrollo del capítulo, procesos que influyen en producción como son:

- Procesos de compras
- Adquisición de materias primas
- Almacenamiento
- Procesamiento de materias primas
- Almacenamiento parcial del producto
- Empaque parcial y total
- Distribución
- Evaluación con el cliente

Para todos los procesos mencionados anteriormente se han creado registros, donde, cada uno de ellos es único para cada lote de producción. Estos registros permiten identificar un producto específico procesado, desde el momento en que ingresan las materias primas a las bodegas de almacenaje, hasta el momento en que es entregado y evaluado por el cliente, este proceso de seguimiento como se menciono anteriormente se conoce como "*Trazabilidad*", la cual es una de las partes fundamentales de la implementación de la norma ISO 9001 en el área de seguimiento y control.

4.8.3. Seguimiento Metrológico el sistema de medidas implementado en productos escolares pingüi, no posee actualmente patrones de referencia con los que se pueda llevar una comparación de medidas como longitud, peso, volumen, temperatura y en

algunos casos presión; los patrones que se toman para realizar estas medidas son sistemas métricos que se encuentran normalmente en el comercio, la empresa aun no ha realizado la inversión para adquirir patrones de medidas para verificar los que actualmente se tiene, sin embargo esto no tiene implicación ya que los productos no necesitan de mediciones precisas y el cliente final, en su mayoría niños y adolescentes, precisión en peso y longitud.

4.9. DESARROLLO DE LOS REGISTROS DE CONTROL

A continuación se hace una descripción de los formatos de calidad desarrollados para la empresa *Productos Escolares Pingüi* y que se encuentran en el anexo 1; se debe tener en cuenta que todos estos registros se encuentran totalmente codificados como se mencionó anteriormente.

4.9.1. Cotización este documento aunque no pertenece al área de producción, se opto por su realización para brindar un servicio completo a los clientes, y generar un registro codificado más completo que el registro de cotización con el que se cuenta actualmente. Ver en el anexo 1, "*Registro Cotización*".

4.9.2. Recepción de materiales este documento es un registro, el cual permite registrar, codificar y llevar un control continuo sobre las materias primas que son adquiridas por la empresa y son almacenadas en bodega. Ver en el anexo 1, "*Recepción De Materiales*".

4.9.3. Acta de recepción de producto la empresa posee un proceso que se llama maquilado de producto, el cual consiste en fabricar un producto para otras empresas, las cuales proporcionan los empaques con los que van a ser distribuidos, por tal motivo se generó este registro, el cual almacena la información de los productos que son propiedad del cliente y deben ser conservados en buen estado, por tal motivo en el momento de realizar la recepción de estos insumos deben ser verificados en presencia del cliente, para

un posterior almacenamiento. Ver en el anexo 1, "*Acta de Recepción de Producto*".

4.9.4. Control de inventario este formato permite llevar un control continuo de las materias primas con las que se cuentan en bodega, para cada materia prima se utiliza un formato diferente. Ver en el anexo 1, "*Control de Inventario*".

4.9.5. Requisitos del producto este formato contiene todas las necesidades que se tiene para la fabricación de un producto específico, como puede ser plastilina crayones o acuarelas, este formato es individual para cada producto, la información contenida en este es:

- Requisitos de ley , los cuales pueden ser metrologico, toxicológicos, legales
- Requisitos expuestos por los clientes, tiempo de entrega, calidad solicitada, forma de entrega, empaque, garantía etc.
- Requisitos expuestos por el mismo proceso de producción, como son: materias primas utilizadas, unidades en bodega disponibles, estado de la maquinaria, indumentaria utilizada, estado de las instalaciones, seguridad, entre otros.
- Los requisitos que la misma organización (empresa), que se exigen para la fabricación de un producto determinado, presentación, calidad, tiempos de producción, material reprocesado, cuidado de maquinaria, reportes utilizados, entre otros.

4.9.6. Mantenimiento de equipos es una de las principales etapas que se debe tener en cuenta, ya que la maquinaria implementada no es comercial, por lo que se deben tener planes de mantenimiento de los equipos y estos deben ser registrados. Los registros contienen información que permite establecer que tipo de mantenimiento se ha realizado y cuando se ha planificado el siguiente. Ver en el anexo 1, "*Mantenimiento de Equipos*".

4.9.7. Control de producción continua la utilización de este registro es uno de los controles fundamentales en el proceso de fabricación de los productos, permite realizar una comprobación continua; se deben establecer una frecuencia de verificación y analizar si se debe continuar con el mismo ritmo o realizar modificaciones al proceso que se esta ejecutando. La información que brinda este registro es:

- Número de unidades producidas
- Fecha en la realización del producto
- Frecuencia de muestreo y su correspondiente porcentaje de la producción total estimada
- En los resultados se tiene; secuencia, la cual indica el tipo de procedimiento que se está llevando según los manuales de producción que tiene la empresa, unidades que se presentan en mal estado, unidades de muestreo, regla de estándares, la cual establece los máximos y mínimos permitidos en caso de presentarse unidades defectuosas, y en el ítem de observaciones las medidas a tomar en el área de producción y finalmente un calificación cuantitativa que permite hacer una valoración del la producción final.

4.9.8. Registro total de producción es uno de los registros de mayor importancia para la aplicación del punto 7.5.3 de la norma ISO 9001, la cual estipula que se pueda hacer trazabilidad sobre una producción determinada. En este documento solo se almacena la información de la producción en forma codificada; en este registro se recopila el orden como se procesa la materia prima desde su recepción en bodega hasta su despacho final. Ver en el anexo 1, "*Registro Total de Producción*".

4.9.9. Control de producción anual este registro es una ilustración gráfica del comportamiento de la producción con respecto a las unidades vendidas y existentes en bodega. Este formato permite realizar una planeación de producción y ver en que meses del año se deben incrementar los niveles de producción, y en que meses solo se debe almacenar en bodega; aunque la fabricación es continua, existen niveles en que se incrementa dependiendo de los calendarios escolares, como se menciono

anteriormente. Este formato almacena la información de las unidades producidas de un producto determinado en un mes específico y estos datos son graficados automáticamente, observando el comportamiento del mercado. Ver en el anexo 1, “*Control de Producción Anual*”.

4.9.10. Encuesta todo proceso debe ser evaluado continuamente y con mayor razón una vez entregado un producto a un cliente; se necesita que se evalúe el producto final por el distribuidor o por el consumidor, lo que permite una mejora continua, la información en este documento es una serie de preguntas las que conllevan a un mejoramiento del producto final. Ver en el anexo 1, “*Encuesta*”.

4.9.11. Evaluación de empleados este formato permite realizar un seguimiento cada cierto periodo de tiempo establecido, a los operarios del área de producción, por las directivas de la empresa, con la finalidad de establecer, las aptitudes, programar capacitaciones, y corregir los errores que se han cometido, el formato contiene diferentes preguntas, que inicialmente han sido establecidas con las directivas de la empresa. Estas son evaluadas cuantitativamente, el valor obtenido puede ser utilizado para determinar los mejores empleados y establecer un sistema de reconocimiento como método de motivación. Ver en el anexo 1, “*Evaluación de Empleados*”.

4.9.12. Unidades empacadas uno de los procesos necesarios es el empaque de los diferentes productos que son producidos en la empresa, este mas que un registro, que verifica la cantidad de producto existente en bodega, es un registro que permite distinguir el rendimiento de los empleados en este proceso y como lo están desempeñando, ya que la presentación del producto influye en una buena venta. Este registro permite ver la variación del rendimiento dependiendo de los empleados y en los tiempos contemplados. Ver en el anexo 1, “*Unidades Empacadas*”.

4.9.13 Evaluación de proveedores este formato permite evaluar la calidad del servicio prestado por los proveedores de materias primas. Al adquirir estos productos no solo se debe analizar la calidad del la materia prima, si no también el cumplimiento

de las condiciones establecidas en el momento de establecer un convenio, como: tiempo de entrega, la presentación de producto, entre otras; una vez evaluadas todas las características establecidas, se da una calificación cuantitativa la cual puede al mismo tiempo ser entregada al proveedor para que tome sus propias acciones correctivas. Ver en el anexo 1, “*Evaluación de Proveedores*”.

4.9.14. Desempeño de proveedores es una continuación del registro “*Evaluación de Proveedores*” que permite un seguimiento completo a los proveedores; se continúa con una calificación cuantitativa y al final, genera un concepto que es entregado al proveedor para que siga con el mejoramiento continuo y también inicie un proceso de certificación de la calidad. Ver en el anexo 1, “*Desempeño de Proveedores*”.

5. DISEÑO DE MAQUINA GUIA PARA PRODUCCION DE PLASTILINA

En *Productos Escolares Pingüi* se realiza la fabricación de plastilina con máquinas artesanales, las cuales han sido desarrolladas por el dueño e iniciador de la empresa. El proceso de fabricación de plastilina esta dividido en 2 fases diferentes, la primera es la producción de la plastilina como tal y la segunda, es la de dar forma al producto, que puede ser en barras o hilos. En la figura 5.1 se presentan fotografías de la maquina completa que permite dar la forma a la plastilina que comercialmente se observa en el mercado, en la parte superior de la imagen se observa un molino, encargado de realizar el prensado de la plastilina, en frente de este, se encuentran las placas que generan la presentación del producto, y finalmente, una banda transportadora donde se corta el producto en la medida correspondiente



Figura 5.1. Equipo de prensado de plastilina 5.2a Maquina de prensado, 5.2b Banda transportadora, 5.2c Motor para banda transportadora y 5.2d Espacio disponible

El sistema está compuesto por la maquina de prensado, donde se ha acondicionado un molino común conectado a un motor de un caballo de fuerza por medio de poleas, como se observa en la figura 5.1a y en la parte frontal, placas intercambiables que generan la forma del producto. Finalmente, se compone de una banda transportadora,

donde se genera el corte del producto y del respectivo motor que permite la movilidad de la banda. Ver figura 5.1c

En la figura 5.2 se observan las fotografías de las placas de prensado, estas generan la forma comercial de la plastilina, la perforación cuadrada genera las barras y la perforación en círculo generan la forma cilíndrica, en esta última los hoyos están separadas por 2mm entre ellas, esta distancia ocasionan que a medida que los hilos de plastilina van saliendo se van separando, lo que impide que se realice un corte uniforme del producto, requiriendo que el operario este uniendo los hilos manualmente, lo que genera un retardo de 30 minutos diarios aproximadamente, implicando tiempo de retardo en producción.



Figura 5.2. Placas de Prensado

La solución diseñada para este problema fue la construcción de un equipo que alinee los hilos de plastilina, tal como se ve en la figura 5.3. Una vez montado sobre la banda transportadora, el operario solo se encargará de realizar el corte del producto como tal. Para realizar este equipo, primero se realizó un análisis del equipo existente y se tuvo en cuenta que los equipos que actualmente se encuentran no permiten realizar ningún tipo de cambio, ni siquiera de ubicación, por limitación de espacio.

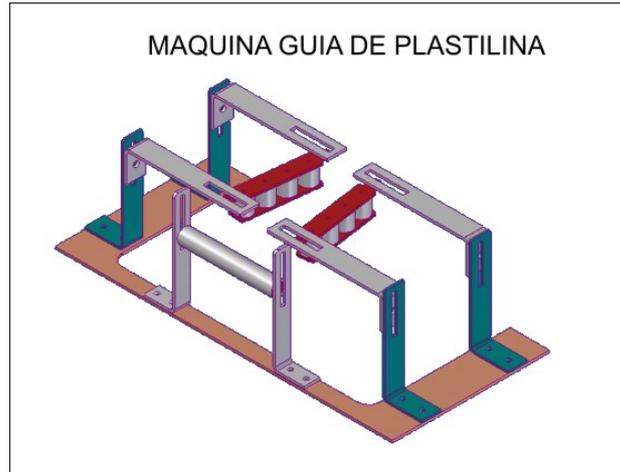


Figura 5.3. Equipo guía de plastilina

Para la fabricación de un equipo adicional que permita la alineación del producto, se tuvo en cuenta el espacio disponible, el cual, entre la máquina de prensado y la banda transportadora, es de 3 centímetros; para evitar errores se realizó un estudio del espacio, y un diseño preliminar, con ayuda de software de moldeamiento en 3D, este tipo de software permite la generación de planos, los cuales se encuentran en el anexo 2, y fueron entregados a los fabricantes de los equipos.

El equipo diseñado es una guía, la cual recibe el producto por un extremo y le genera una nueva orientación de salida. Para la construcción del equipo se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El espacio para la ubicación de equipo es reducido
- El equipo instalado no debe interferir con la banda de desplazamiento
- El equipo debe dejar el espacio suficiente para que el operador realice el corte del producto
- El equipo instalado debe permitir el cambio de discos del equipo de prensado

5.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPO

5.1.1. Bases y soportes Una vez estudiadas las condiciones para la realización del equipo, se realizó el diseño, el cual se construyó dividiéndolo en fases, tal como se indica en la figura 5.4. Inicialmente se tiene la base del equipo (figura 5.4a) que fue

diseñada con dos funciones principales, la primera con el fin de que se ajuste al espacio disponible y la segunda, como soporte de todo el peso y la fuerza de la plastilina al pasar por el equipo, por estas dos razones, la base principal del equipo se ha desarrollado en forma de *U*, con la finalidad de que preste un buen rendimiento y no tenga necesidad de ser remplazada en el futuro.

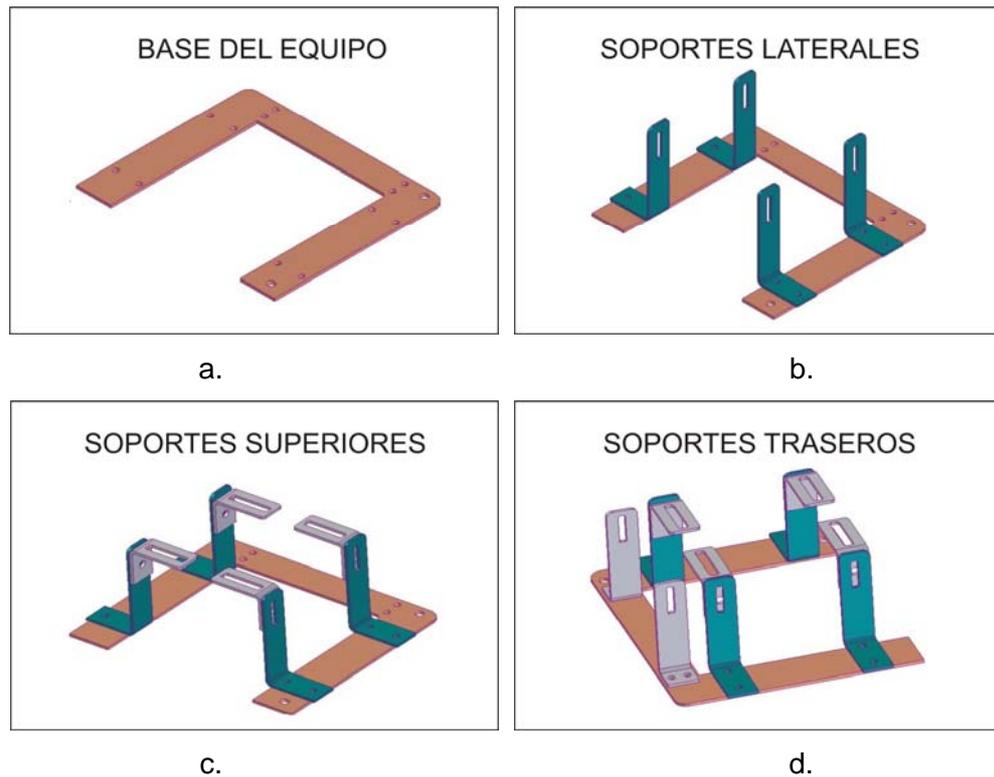


Figura 5.4. Componentes principales de equipo guía de plastilina 5.4a Base principal. 5.4b Soportes laterales 5.4c Soportes superiores, 5.4d Soportes traseros

Posteriormente se tienen los soportes laterales, los cuales se encuentran ajustados a la base principal, la cual se ha diseñado con perforaciones al igual que los soportes laterales y traseros, con el fin de que sean ajustados y no fallen a la hora del ensamble; estos soportes laterales, como se pueden observar en la figura 5.4b, en la parte superior poseen perforaciones rectangulares que cumplen la función de guías, que permiten que el equipo que tenga un desplazamiento vertical; estos soportes adicionales a los rieles, poseen un devastamiento, con el fin de formar un canal, cuya función es que el equipo que se va a instalar sobre estos rieles, se desplace en forma vertical y no en otra dirección.

Posteriormente tenemos los soportes superiores, los cuales, como veremos más adelante, soportan los rodillos que forman la guía para dar nueva dirección de desplazamiento a la plastilina, estos soportes están conectados a los soportes laterales por medio de tornillos con tuerca tipo mariposa y en la parte superior del soporte observamos que también posee rieles, como se observa en la figura 5.4c, como en el soporte lateral, el cual va a permitir el desplazamiento de los rodillos en forma horizontal. En la parte de soportes, finalmente tenemos a los soportes traseros, los cuales se observan en la figura 5.4d, estos cumplen la función de sostener el rodillo, el cual va a recibir la plastilina que proviene de la maquina de prensado, enviarla hacia los rodillos guía y hacia la banda de transporte; la finalidad de este rodillo es que permita una buena ubicación de la plastilina a la entrada de la banda transportadora y así lograr el alineamiento deseado.

5.1.2. Rodillos de alineación Los rodillos son las partes principales de esta máquina, ya que permiten dar una nueva orientación a los hilos de la plastilina que salen de la placa frontal de la máquina de prensado; estos rodillos, como se observa en la figura 5.5 están compuestos por varias partes, lo que permite cambiar piezas en caso de desgaste, daño o algún tipo de mantenimiento, como se mencionó anteriormente puede ser un mantenimiento preventivo o correctivo.

En la figura 5.5a observamos la base principal de los rodillos, la cual sostiene los ejes principales que llevan las balineras, cuenta con 4 ejes atornillados a la base y que son fijos, no llevan ningún tipo de movimiento, estos ejes están separados por distancias iguales, lo que permite una simetría en el sistema, estos ejes permiten soportar las balineras y ajustar las dos bases que componen esta pieza, la superior y la inferior, lo que garantiza una mayor estabilidad y rigidez del sistema.

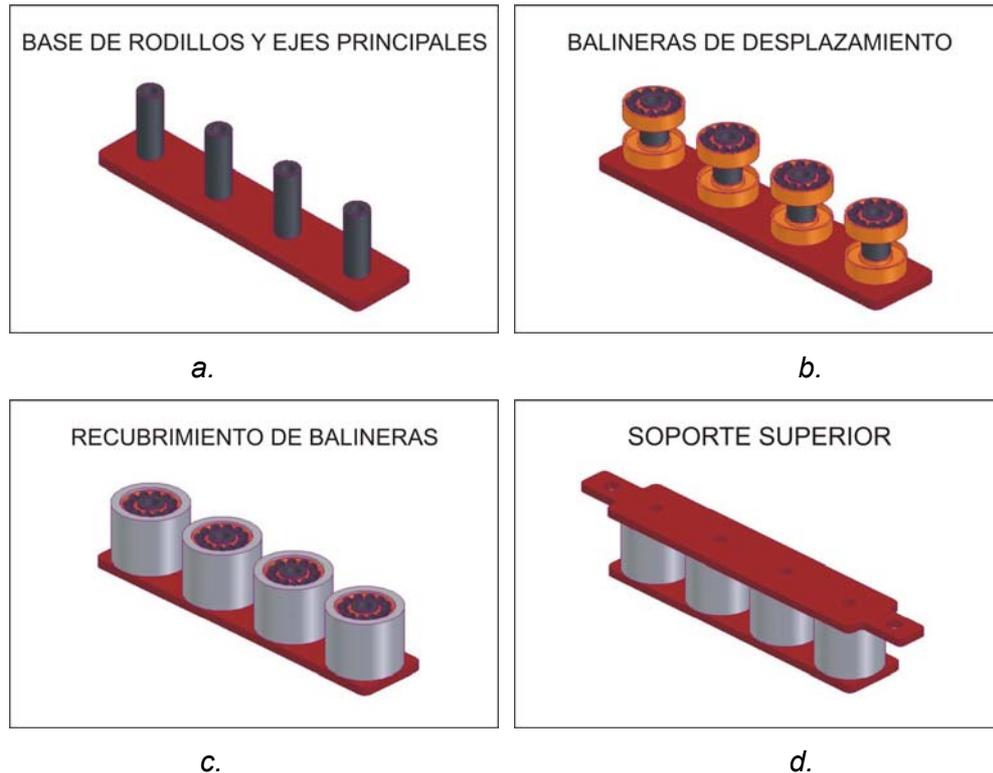


Figura 5.5. Componentes de sistema de rodillos 5.5a Base y ejes de rodillos, 5.5b Balineras de rodillos, 5.5c Recubrimiento balineras, 5.5d Soporte superior

Las balineras permiten que cuando los hilos de plastilina se desplacen los rodillos giren sin ninguna complicación y al mismo tiempo, genere el nuevo sentido de desplazamiento de la plastilina, figura 5.5b. Estas balineras están cubiertas por un tubo metálico con la finalidad de crear uniformidad en el sistema, observar figura 5.5c y cuando los hilos de plastilina se encuentren descendiendo hacia la banda transportadora, el sistema no genere ninguna modificación que ocasione una deformación o daño sobre la plastilina en su presentación principal.

Finalmente el sistema de rodillos contiene un soporte, el cual se encuentra diseñado con el mismo molde de la base inferior, pero adicionalmente contiene dos pestañas, las que permiten unirse a los soportes superiores, por medio de tornillos. Estos tornillos permiten realizar un ajuste del equipo en forma horizontal. En la figura 5.5d se presenta el ensamble total y de cada una de las piezas que conforman del sistema de rodillos.

5.1.3. Ensamble total de equipo finalmente, en la figura 5.6, se presenta el equipo totalmente ensamblado, con todas sus piezas anteriormente descritas. *Solid Edge* permite diseñar cada pieza individualmente con medidas precisas, medidas de longitud, ángulos, perforaciones, entre otros, finalizando el diseño de las piezas se procedió a ensamblarlas en *Solid Edge Conjunto*, en este subprograma que contiene el paquete completo del software de diseño CAD, permitió la verificación de que las partes ensamblaran con precisión, antes de generar los planos de construcción.

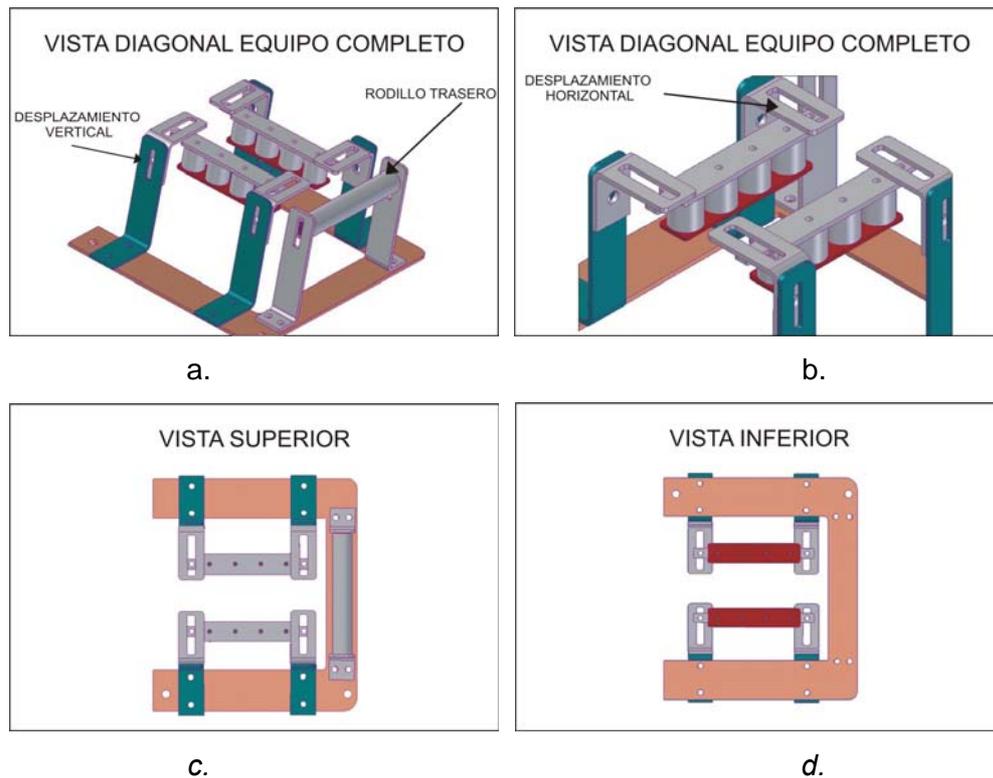


Figura 5.6. Equipo ensamblado 5.6a. Vista diagonal, 5.6b. Vista diagonal, 5.6c. Vista superior, 5.6d Vista inferior.

En la figura 5.6a y 5.6b se observa que el sistema de rodillos se puede calibrar de forma horizontal y en la imagen 5.6c y 5.6d se observa que el sistema consta de unas ranuras con las cuales se puede ajustar los rodillos, también se observa en la figura 5.6a el rodillo trasero que recibe el producto y lo entrega a los rodillos y a la banda transportadora.

5.1.4. Implementación del equipo una vez finalizado el diseño, las piezas son enviadas a su previa construcción y finalmente, son implementadas e instaladas sobre la banda transportadora, tal como se observa en la figura 5.7. Estas piezas son

ajustadas y calibradas según los parámetros que establecen los técnicos, quienes son los que operan los equipos de prensado; los parámetros se ajustan con la finalidad de que los rodillos no rayen, rocen, ni obstruyan el desplazamiento de la banda transportadora, y que el ángulo formado entre los dos juegos de rodillos, permitan albergar los hilos provenientes de la maquina de prensado, de tal manera se evite que estos se separen, y por el contrario generar la unión entre los mismos.

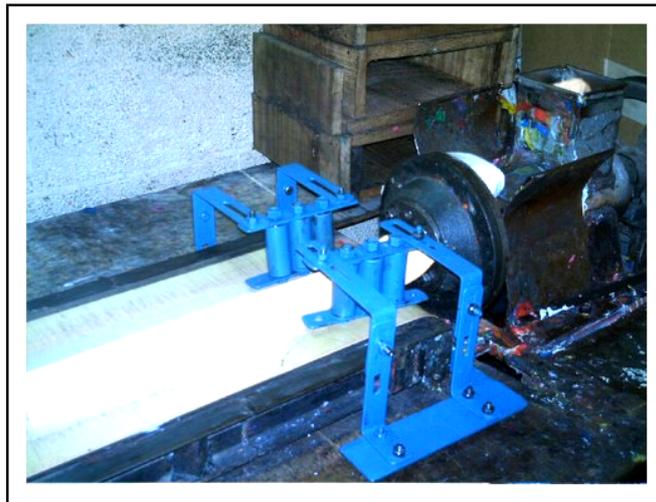


Figura 5.7. Vista lateral de la máquina guía para producción de plastilina

En la figura 5.8, se observa que la máquina de alineamiento, se encuentra instalada sobre el equipo de prensado de plastilina, y al mismo tiempo cumple propósitos para la cual fue diseñada, mejora el proceso de producción, reduciendo los tiempos de producción, reduciendo funciones del operador y aumentando la eficacia de la maquina de prensado de plastilina.



Figura 5.8. Equipo guía para producción de plastilina

6. SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA PARA PRODUCCION DE CRAYÓN

La palabra que define los “lápices de cera” es CRAYÓN, la cual es considerada un anglicismo derivado de la marca CRAYOLA, creada por sus inventores Binney & Smith en 1903. CRAYOLA es una marca comercial registrada, que se ha convertido en nombre genérico para mencionar dicho producto. La palabra CRAYÓN es usada en varios idiomas para referirse a los lápices de cera, aunque en el idioma castellano también es válida la palabra CREYON. [19]

El crayón es uno de los productos principales de la empresa Productos Esclares Pingüi, pero este se fabrica en condiciones de control manual y de no verificación continua; la fabricación de este producto, al igual que la plastilina y la acuarela, se divide en fases. Primeramente se tiene la preparación de la pasta, inicialmente se produce la solución que posteriormente se convertirá en los crayones, esta se realiza en una caldera a altas temperaturas, ya que se necesita derretir parafina, que es una de las materias primas principales de este producto; una vez se adicionan todos los ingredientes se transporta a una cámara de moldeo, la cual por un sistema de enfriamiento, solidifica la sustancia y se le da la forma al crayón que comercialmente conocemos y finalmente es llevado al proceso de empaque.

En la fase de calentamiento, la caldera con la que se cuenta, no posee ningún tipo de monitoreo por lo que se hace necesario el monitoreo de la temperatura, ya que de esta variable física depende la calidad del producto final. Con el diseño de este circuito se pretende que el operario no este midiendo y registrando la temperatura manualmente cada determinado periodo, ahorrando tiempo que puede dedicar a otra parte del proceso de la fabricación de crayones.

El sistema diseñado consta de un sensor de temperatura, en nuestro caso una termocupla tipo j, la cual proporciona un nivel de voltaje muy bajo, que luego se acondiciona con un amplificador de instrumentación, como se muestra en la figura 6.1, llevando su señal de salida a un microcontrolador PIC18f452; este se encarga de la conversión analógica-digital y realiza el respectivo análisis de las señal, evalúa los valores programados y entrega una señal visual y sonora.

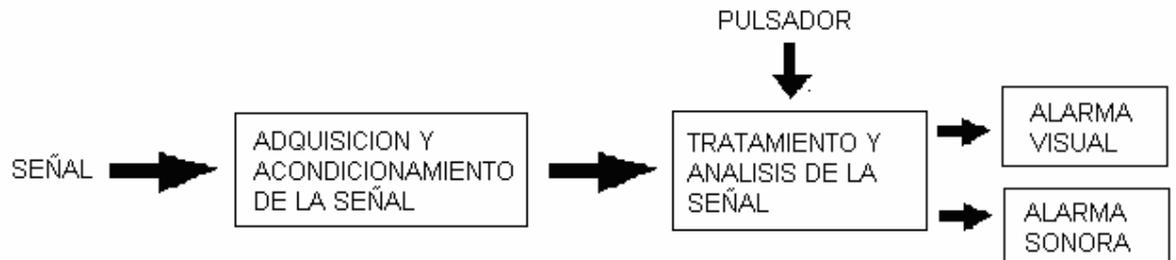


Figura 6.1. Diagrama en bloques del sistema de monitoreo de temperatura

El sistema de monitoreo de temperatura se encuentra dividido en 3 partes

- a. Adquisición y acondicionamiento de la señal
- b. Tratamiento y análisis de la señal
- c. Despliegue

6.1. ADQUISICION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL

- a) Circuito de balanceo
- b) Etapa de prefiltrado
- c) Amplificación de la señal
- d) Linealización de la señal
- e) Ajuste de cero
- f) Filtrado

6.1.1. Circuito de Balanceo la necesidad de una calibración precisa es muy aguda cuando se usan dos termopares, a fin de medir temperaturas con un pequeño diferencial. Igualmente, la exactitud de los termopares para una medición directa de diferencia de temperatura es mucho mejor que para una medición absoluta de temperatura.

La salida de los termopares es del orden de los milivoltios, puede medirse con el milivoltímetro de cc. La lectura del medidor depende de la *fem* generada por el

termopar y la resistencia total del circuito, incluyendo la resistencia de los alambres de conexión. El sistema completo, consistente en el termopar, los alambres terminales y el milivoltímetro. Puede calibrarse en forma directa, con el objeto de proporcionar una determinación razonablemente exacta de temperatura. Para todas las mediciones de precisión, las salidas del termopar se establecen con un circuito potenciómetro.

Un termopar proporciona una fuerza electromotriz que depende de las temperaturas de sus uniones. Normalmente, una unión se mantiene a 0 °C; sin embargo, esto no siempre es posible y la unión en frío tiene lugar a menudo, a temperatura ambiente. Para compensar esta situación hay que sumarle al termopar una diferencia de potencial que debe ser igual a la fuerza electromotriz que se generaría por el termopar con una unión a 0 °C y la otra a temperatura ambiente. Dicha diferencia de potencial puede producirse utilizando un puente de Wheastone, figura 6.2.

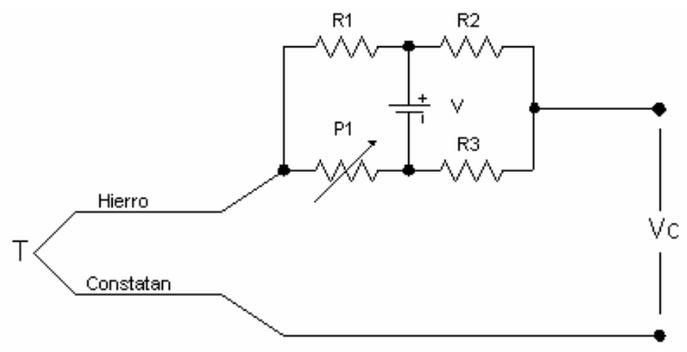


Figura 6.2. Circuito potenciométrico

6.1.2. Etapa de prefiltrado el voltaje de salida significativo de un termopar incluye solo la parte de baja frecuencia. Los componentes de alta frecuencia son ruido debido a las fluctuaciones aleatorias y pueden eliminarse sin pérdida de información relevante.

La señal que se recoge del circuito potenciométrico es llevada a un prefiltrado para aminorar los posibles ruidos generados por la termocupla y el puente de Wheastone, en este caso, el filtro pasivo consta de dos resistencias y tres condensadores no polares, este conjunto actúa como un filtro pasa-baja que eliminan las componentes indeseadas de la señal.

6.1.3. Amplificación de la señal el esquema de la *figura 6.3*, constituye la solución clásica que se adopta para la etapa de entrada de un sistema de medida de alta calidad. Las impedancias de entrada, tanto en modo diferencial como en modo común, son muy elevadas, de acuerdo a las configuraciones de *A01* y *A02*. El circuito es por lo tanto insensible a la asimetría que pudiese existir entre las señales que entregan *V1* y *V2*. La etapa de entrada constituida por *A01* y *A02* presenta una ganancia unitaria en modo común y una ganancia *G* para la señal en diferencial, dada por:

$$G = \left(1 + 2 \frac{R_2}{R} \right)$$

(1)

Se puede alcanzar una alta razón de rechazo en modo común ajustando la relación de R_2/R . La segunda etapa *A03* es un sustractor simétrico con ganancia que presenta una impedancia de salida muy baja. Esta etapa que es alimentada por fuentes de baja impedancia *A01* y *A02* a través de las resistencias *R* y R_2 que se pueden escoger relativamente bajas, lo que contribuye a mejorar la calidad de la banda pasante del conjunto.

La principal característica de este amplificador de instrumentación es que la ganancia o factor de amplificación se ajusta con una sola resistencia variable, lo que permite gran flexibilidad en los diseños.

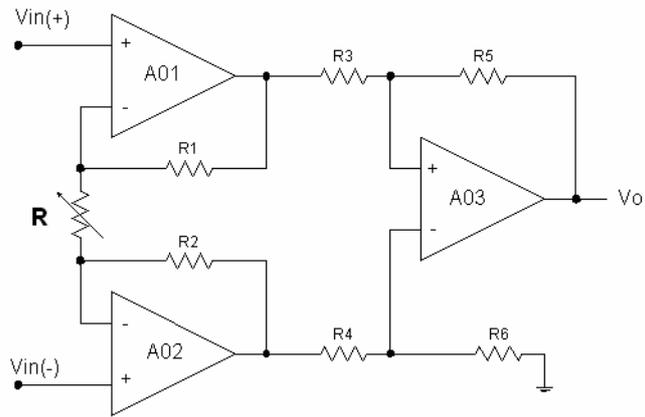


Figura 6.3. Amplificador de Instrumentación

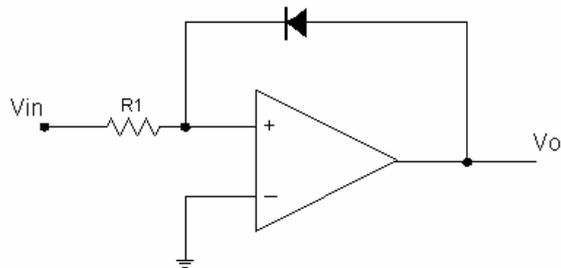


Figura 6.4. Linealización de la señal.

6.1.4. Linealización de la señal en el termopar, la fuerza electromotriz no es una función lineal de la temperatura. Un método que a menudo se utiliza para transformar una salida no lineal en lineal implica el uso de un amplificador operacional. Dicho circuito está diseñado para tener una relación no lineal entre su entrada y su salida, de modo que cuando aquella es no lineal, esta si lo es. Esto se consigue con una adecuada elección de componentes para el bucle de realimentación. En la *figura 6.4* se muestra dicho circuito con un diodo en el bucle de realimentación. El resultado es una relación lineal en un rango de 30 °c a 120 °c entre la salida V_o y la entrada al transductor.

6.1.5. Ajuste de offset para poder compensar los aumentos de la corriente de desviación de los amplificadores operacionales (A.O.), que pueden presentarse en el circuito causados por las variaciones de temperatura y corregir el voltaje offset consecuencia de ello, se incluyó una etapa compuesta por una resistencia variable, un

seguidor de voltaje y un nodo de diferencia, contruidos con amplificadores operacionales y que se encargan de sustraer un voltaje positivo o negativo de la salida amplificada y linealizada, proveniente de la etapa previa.

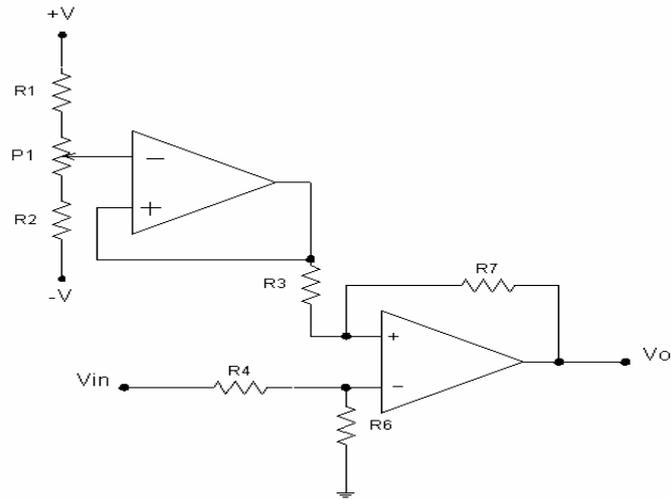


Figura 6.5. Ajuste de offset

6.1.6. Filtrado por último se realiza un filtrado total mediante el circuito mostrado en *figura 6.6*, que es un filtro activo pasa-baja de segundo orden, Butterworth, reduciendo aún más el ruido proveniente de las etapas anteriores, constituido principalmente por un amplificador operacional y una serie de resistencias y condensadores polares. La frecuencia de corte de este circuito es de 10 Hz.[14]

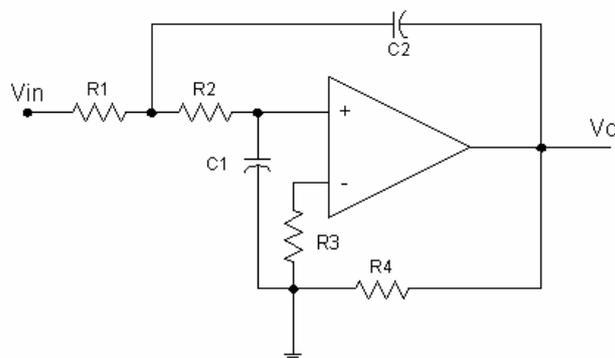


Figura 6.6. Filtro Pasa-bajas

6.2. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA SEÑAL

La señal de entrada tiene que ser muestreada, según el criterio de Nyquist, al menos al doble de la frecuencia más alta que contenga. Esto quiere decir que, en general, es importante que el convertidor análogo digital pueda convertir la señal analógica en una señal digital en el menor tiempo posible. Otro parámetro decisivo de los convertidores análogo digital es la resolución. La resolución puede darse como el número de bits que utiliza el ADC para representar las señales analógicas. A mayor resolución, mayor es el número de niveles o divisiones de que se dispone y por lo tanto, menor es el incremento de tensión entre un nivel y otro.

Para este diseño se construyó una interfaz utilizando el módulo de conversión análoga-digital del pic18f452, con una resolución de 10 bits; este usa la técnica de aproximaciones sucesivas para realizar la conversión A/D.

En el diseño indicado en la figura 6.7, se muestra como se va adquirir la señal y en que forma se conectarán las salidas sonoras y luminosas, también se observa que posee una salida para realizar la conexión de un dispositivo LCD; sin embargo, esto queda habilitado para futuras mejoras en el dispositivo sin necesidad de cambiar toda la electrónica, simplemente se reprograma y actualiza el dispositivo de control dependiendo de la necesidad que se requiera

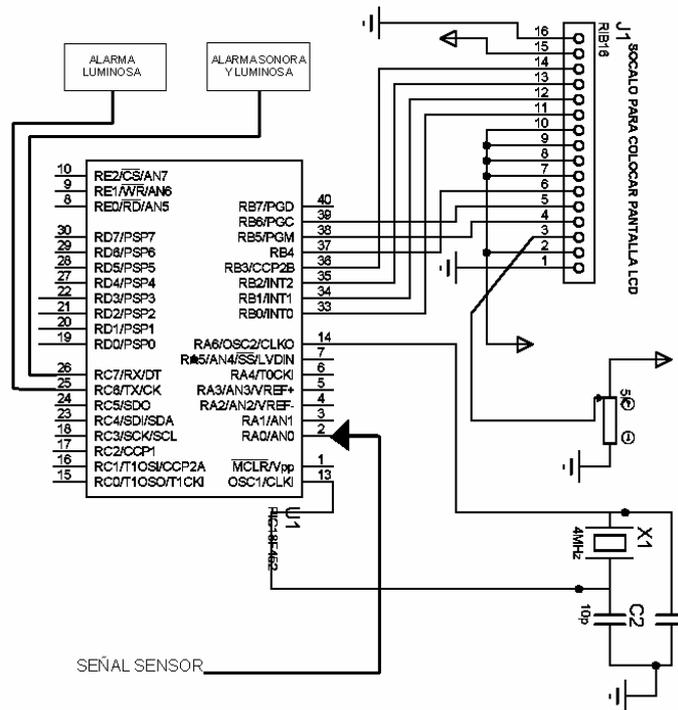


Figura 6.7. Esquema del monitoreo con el PIC18F452

Una vez adquirida la señal por el puerto A0 (pin 2) del microcontrolador, la cual es análoga, es transformada a su valor equivalente en digital, proceso que se realiza internamente en el microcontrolador, posteriormente, este valor es almacenado en una variable (TEMP), esta valor es comparado con el valor de referencia que ha sido entregado por los operarios de Pingüi, cuyo valor corresponde a 80°C, el cual ha sido almacenado con anterioridad, se compara el valor de referencia con el valor adquirido, y si la temperatura excede el valor estipulado son activadas dos alarmas, las cuales se activan simultáneamente, una luminosa compuesta por una bombilla y una alarma sonora compuesta por un parlante que genera ruido; el sistema consta de un pulsador, el cual si se es presionado ocasiona que se apague la alarma sonora pero continua la alarma luminosa, esto con la finalidad de dar tiempo al operario que disminuya el calor sobre el recipiente (sin necesidad de aturdirlo por el ruido generado). Una vez el sistema disminuye la temperatura establecida, automáticamente se apaga la alarma luminosa. El diagrama de flujo del funcionamiento del sistema del microcontrolador se encuentra en la figura 6.8.

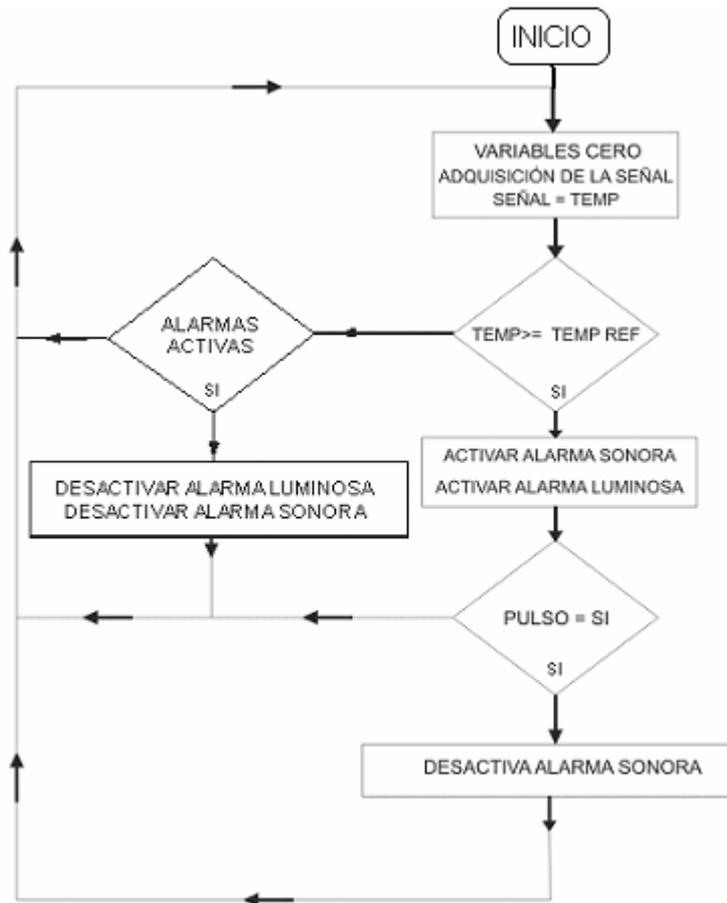


Figura 6.8. Diagrama de flujo de programa del procesador

Una vez evaluada la señal de entrada con la señal de referencia, se genera una señal la cual varía entre un nivel alto (voltaje positivo) y un nivel bajo (Tierra). Dicha señal sirve para activar y desactivar los relés que se encargan de manejar la carga que se ha conectado, para este caso las cargas son a una bombilla de 110V y un parlante, el cual genera la señal sonora.

6.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Una vez finalizado el diseño electrónico (ver anexo 3, circuito para el control de temperatura de crayón) este es ensamblado en su totalidad, tal como se observa en la figura 6.9, posteriormente es instalado sobre el equipo encargado de la fabricación de la pasta para crayones.



Figura 6.9. Equipo para monitoreo de temperatura en la preparación de crayones



Figura 6.10. Equipo de preparación de crayones. 6.10a recipiente donde se mezcla las materias primas del crayón. 6.10b motor mezclador

Sobre el eje mezclador del equipo, figura 6.10b, se instaló el transductor, para este caso la termocupla tipo j, la cual fue previamente calibrada y conectada a la placa procesadora, esta se conecta por medio de un cable UTP Cat 6, que es un cable blindado, utilizado en comunicaciones que no permite que se genere ni se filtre ningún tipo de ruido gracias al espiral interno que posee, por lo tanto este cable hace que la transferencia de datos sea confiable y sin pérdida de señal.

En la figura 6.11 se observa el equipo instalado; este se compone de una bombilla de luz roja, la cual es encendida cuando se excede el valor de temperatura permitido para la fabricación de la pasta de crayón; en la misma figura, al lado derecho del equipo, se

observa la alarma sonora, la cual también es activada en el mismo instante en que la alarma luminosa se enciende; en el lado derecho del equipo se encuentra un pulsador que permite desactivar la alarma sonora, mientras permanece la alarma luminosa, hasta que el operario reduce la intensidad de calor suministrado al sistema de preparación de pasta de crayón. La temperatura que actualmente se maneja para la preparación de este material esta establecida en 80 grados centígrados, parámetro que ha sido suministrado por los operarios y ratificado por el gerente de la empresa de *Productos Escolares Pingüi*.

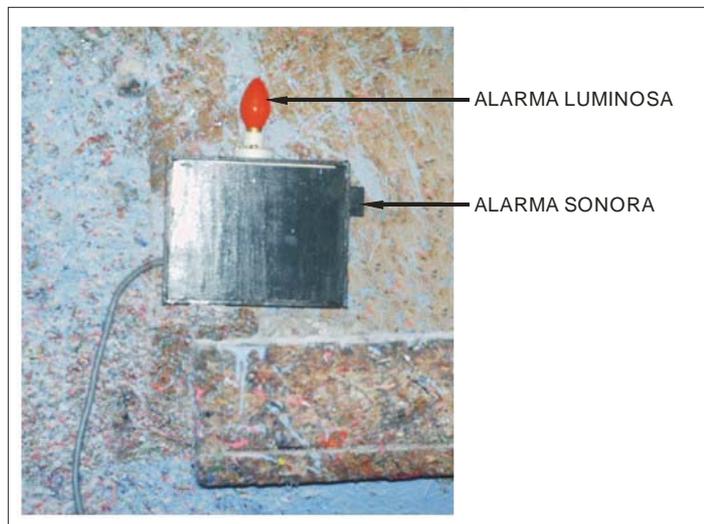


Figura 6.11. Control de monitoreo instalado

7. MAQUINA DE SECADO DE ACUARELAS

La empresa Productos Escolares Pingüi encuentra en este producto un alto potencial de desarrollo, es un mercado el cual actualmente no es muy competitivo, y sin embargo es muy monopolizado por grandes empresas extranjeras. La empresa no se ha desarrollado con fuerza en este campo por falta de una maquinaria que permita realizar el secado de este producto.

Para la fabricación de la pasta de acuarela se divide el proceso en varias fases, en la fase inicial se prepara la sustancia que contiene los colorantes e ingredientes básicos; posteriormente, se procede al mezclado de lo que finalmente se convertirá en la solución de la pasta; uno de los procesos finales más importantes es el secado de la solución, en este proceso se consigue eliminar toda el agua que posea la sustancia. Este debe ser un proceso controlado, proceso en el cual *Productos Escolares Pingüi* no ha logrado realizar una comercialización en grandes volúmenes, por la inexistencia de un equipo que le permita realizar este proceso y se ha venido realizado mediante secado al aire libre; este proceso genera una desventaja, ya que no todo el tiempo se cuenta con condiciones climáticas óptimas ni las instalaciones apropiadas para el secado del producto.

Realizando un estudio detenido del proceso de fabricación, se diseñó una cámara de secado que permite procesar grandes cantidades de producto en condiciones controladas, verificando las variables: tiempo, temperatura y espacio para la realización del proceso; partiendo de estos requisitos, fueron tenidas en cuenta las siguientes consideraciones:

- Controlar el tiempo que el producto estará en exposición al calor
- Controlar la temperatura a la cual se debe exponer la pasta de acuarela
- Tener en cuenta las dimensiones de la presentación final del producto, y debe permitir secar gran cantidad de producto a la vez
- Permitir facilidad de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, facilidad de limpieza y facilidad de calibración.

7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

El equipo desarrollado, es de fácil manejo para los operarios que procesan y producen las acuarelas. Se ha diseñado de tal forma que se ubiquen los recipientes contenedores de acuarela en el interior del equipo. Ver figura 7.1. Una vez colocados los recipientes en la cámara de secado, es encendido el equipo el cual ha sido configurado con anterioridad. La solución de pasta de acuarela comienza a calentarse y a desprender el agua que posee, por acción de calor generado por cuatro lámparas que tiene el equipo, cuando el calor de la cámara excede el valor de referencia, el controlador disminuye la intensidad de tal forma que se disminuya el calor que esta generando la cámara; todo este proceso ocurre en un tiempo que ha sido estipulado por el operario de la empresa.

7.2. DESCRIPCIÓN MECÁNICA DEL EQUIPO

Como se observa en la figura 7.1 la cámara de secado se ha diseñado teniendo en cuenta todas las características deseadas; para tal fin se utilizó software de desarrollo CAD, *Solid Edge*, y al mismo tiempo se desarrolló un control digital que permite inspeccionar las variables deseadas las cuales se explican detalladamente mas adelante.

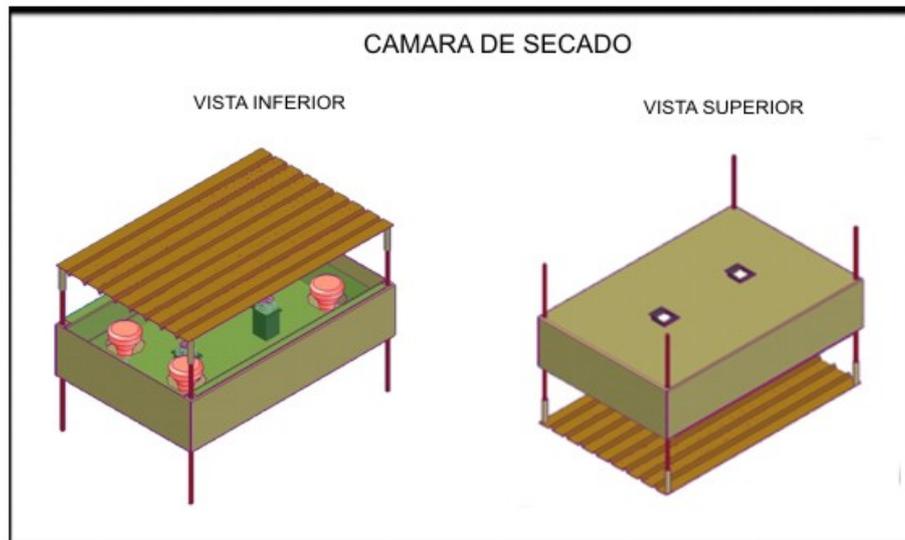


Figura 7.1. Vistas de la cámara de secado

7.3. PARTES MECÁNICAS DEL EQUIPO

7.3.1. Contenedor Principal el contenedor principal esta dividido en partes con el fin de facilitar el mantenimiento, está compuesto principalmente por el contenedor, figura 7.2, el cual fue diseñado con el fin de almacenar todos los componentes electrónicos y mecánicos, que permiten el buen funcionamiento de la cámara.

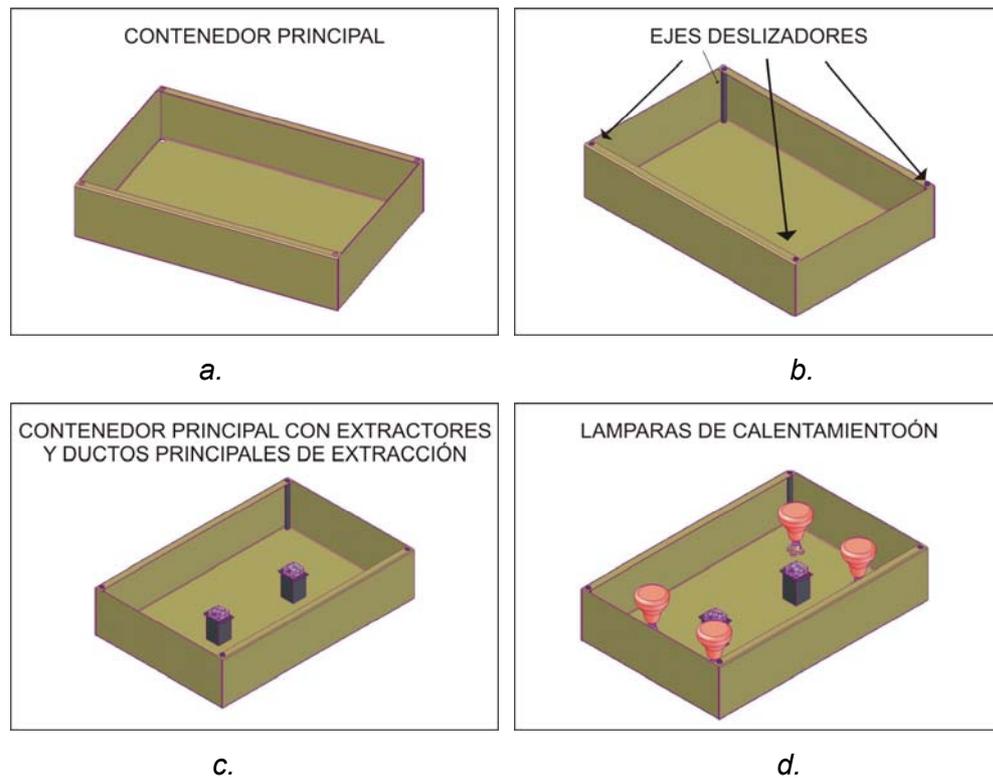


Figura 7.2. Componentes internos del contenedor 7.2a contenedor principal, 7.2b, ejes deslizadores, 7.2c extractores, 7.2d lámparas de calentamiento

Uno de los componentes mecánicos que se tienen en el contenedor, son los ejes deslizables, que se observan en la figura 7.2b y cuya función corresponde a graduar la altura del equipo, lo que proporciona, un secado más rápido; también se debe recordar que se trabaja con lámparas infrarrojas, las cuales generan gran cantidad de calor en poco tiempo, este incremento de temperatura genera la evaporación del agua que contiene el sustrato, lo que finalmente se convertirá en la pasta de acuarela. Esta liberación de agua no puede llegar a las lámparas, de ser así generaría una explosión de una o las cuatro lámparas con las que trabaja el equipo, por el cambio de temperatura, por tal motivo se han diseñado e instalado dos extractores que absorben

el vapor de agua proveniente de pasta el cual es conducido por canales hacia la parte exterior del contenedor principal, como se observa en la figura 7.2c.

Finalmente, podemos observar en la figura 7.2d la ubicación de cuatro lámparas en forma simétrica, se debe tener en cuenta que el diseño permite realizar el cambio de las lámparas, ya que estas están puestas en plafones de energía comerciales.

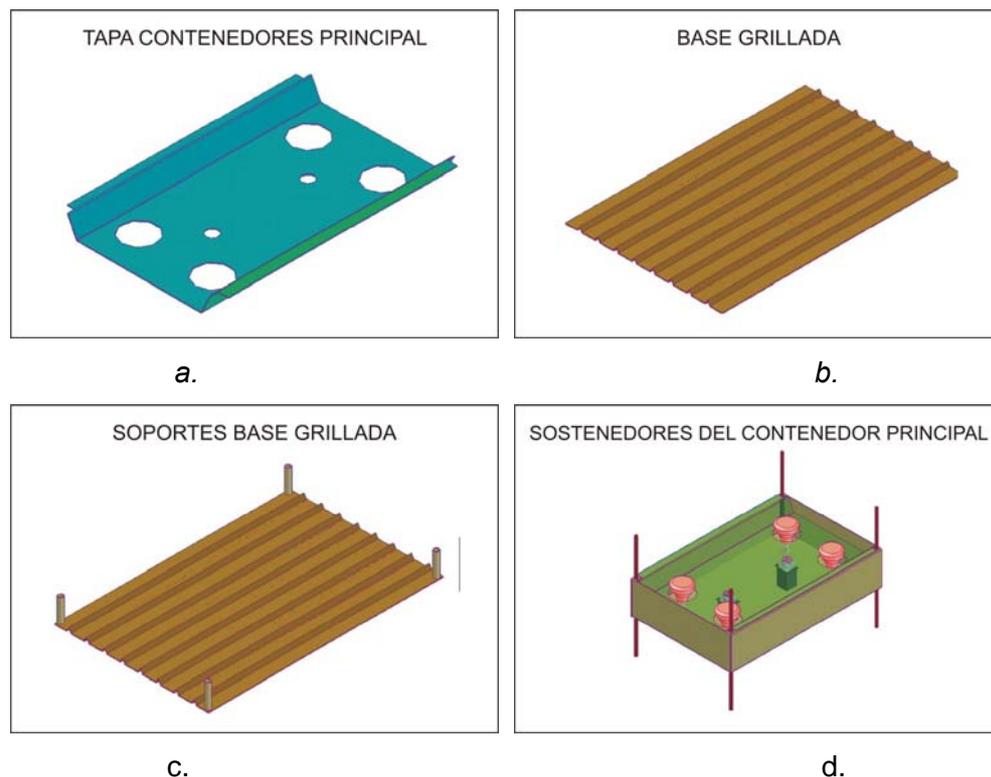


Figura 7.3. Componentes externos al contenedor 7.3a superior izquierda, tapa contenedor, 7.3b superior derecha base grillada 7.3c inferior izquierda, soportes, 7.3d sostenedores

7.3.2. Partes externas del Equipo el contenedor es una hoja de lamina metálica, que ha sido modificada en zigzag, con la finalidad de formar canales que sirvan como receptores del estuche de la pasta de acuarela en su presentación final, tal como se observa en la figura 7.3b, a su vez esta contiene cuatro soportes (figura 7.3c), cuya función es aguantar los sostenedores que provienen del contenedor principal, y por último tenemos la tapa (figura 7.3a), que permite tapar los componentes electrónicos que se tiene dentro del contenedor principal, y generan una mejor presentación sobre la máquina como tal; todos estos componentes mencionados son ajustado por un

sistema de tornillos, los que permiten realizar un desarme total de las piezas para un posterior mantenimiento o reemplazo de piezas mecánicas o electrónicas defectuosas.

7.4. CONTROLADOR DE TEMPERATURA

El controlador de temperatura es el encargado de mantener los niveles de temperatura del proceso de secado de acuarelas, en un valor adecuado, evitando el daño del producto y el consumo innecesario de energía eléctrica. Para el proceso de control, inicialmente se activan cuatro lámparas que aportan calor sobre el producto, el controlador recibe la señal de cuatro sensores de temperatura, este es comparado con un valor previamente ingresado, y se genera una acción de control sobre el producto. El controlador admite funciones importantes, las cuales permiten la inspección del tiempo y temperatura, variables de vital importancia en el sistema desarrollado

En la figura 7.4 se puede observar el diagrama esquemático del controlador de temperatura de la cámara de secado de acuarela, con diferentes entradas como la temperatura de referencia, la temperatura de los sensores, y el tiempo de funcionamiento de la cámara y las salidas de control, con su respectiva interfaz de usuario, la cual permite verificar la temperatura en tiempo real.

La salida principal del sistema de control, va a un circuito basado en el funcionamiento de un *Dimmer digital*, que permite el control de la energía eléctrica que llega a los actuadores y por último, se tiene una alarma como aviso del fin del proceso. Finalmente, la interfaz de usuario está provista de una LCD y de un teclado matricial, para el despliegue de las variables y la configuración del controlador respectivamente. Esta parte del circuito ha sido diseñada teniendo en cuenta las necesidades operacionales del proceso de fabricación de acuarelas en la empresa, con facilidad para ser operada por el personal de producción, quienes van a ser directamente quienes operen los equipos.

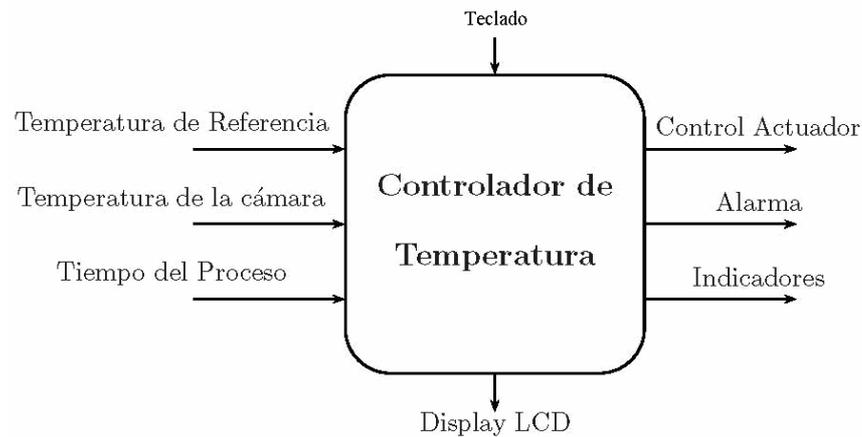


Figura 7.4. Diagrama esquemático del controlador

Estos circuitos han sido diseñados y simulados en la herramienta computacional, *ISIS Proteus 6 Versión Estudiantil*, luego se procedió a el montaje de los componentes en la *protoboard* para cerciorarse que todo funcionara bien y posteriormente, se utilizó el software *EAGLE*, para generar los esquemas eléctricos, los cuales sirvieron posteriormente para crear los planos físicos. El diseño completo del circuito de interfaz con el usuario es el que se presenta en el anexo 3, en el cual se pueden apreciar todas las etapas anteriormente mencionadas, funcionando en conjunto.

7.5. COMPONENTES DEL CONTROL DE TEMPERATURA

7.5.1. Transductor el transductor utilizado es un LM35, cuyo voltaje de salida es linealmente proporcional al valor de temperatura en grados centígrados, como se observa en la figura 7.5, dispositivo óptimo por ser de fácil adquisición y responder adecuadamente a las necesidades del equipo, ya que su variación se encuentra en el rango de 30 °C a 90 °C y para realizar el control, las variaciones a detectar son de 1 °C, lo que concuerda con la precisión brindada por éste dispositivo.

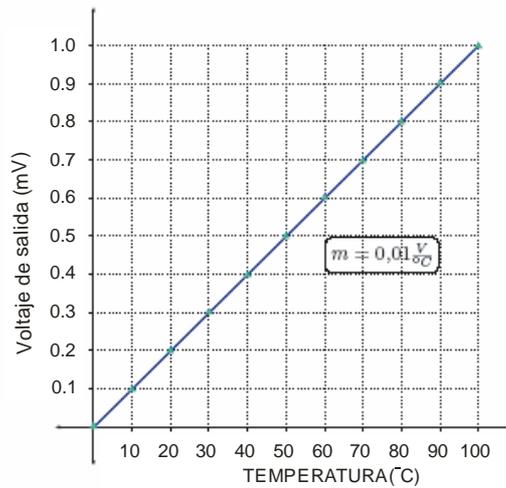


Figura 7.5. Curva característica del LM35[11]

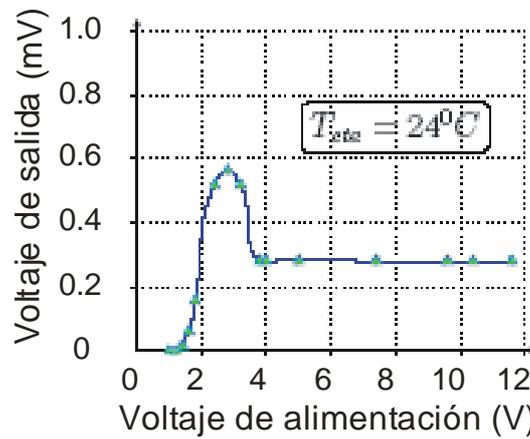


Figura 7.6. Voltaje de entrada vs. Voltaje de salida[11]

Con la curva de la figura 7.6 se puede hallar el error en la salida del sensor debido a variaciones de la fuente de alimentación. Se tomara el intervalo mayor a 3.6 voltios para trabajar el error, ya que para valores menores que este se ve un comportamiento asintótico.

Los valores de variación de voltaje ($V = 0.5 \text{ v}$) modifican en el orden de 10^{-3} voltios el voltaje de salida del sensor(ver figura 7.7). La sensibilidad del sensor esta en orden de magnitud en 10^{-3} , por lo que la variación no es apreciable en la medida de temperatura. Para el análisis del instrumento en estado estacionario se tomaron medidas en salida del sensor.

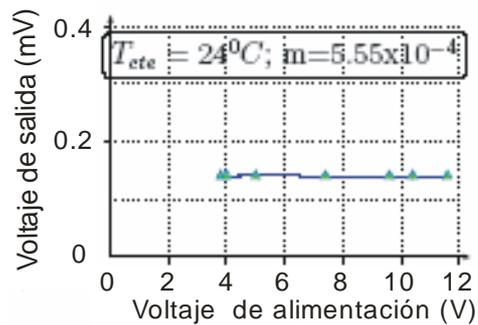


Figura 7.7. Gráfica de análisis

7.5.2. Bloque de sensado para medir la temperatura se empleó el circuito integrado LM35. Este sensor tiene tres pines: alimentación, tierra y salida análoga, presenta en su salida una variación de $10mV/^{\circ}C$, por lo tanto el valor de temperatura se puede obtener directamente, sin necesidad de hacer modificaciones al dato obtenido.

En el sistema implementado, se utilizaron cuatro sensores de temperatura (LM 35), los cuales se distribuyeron en las esquinas en el interior de la cámara de secado, proporcionando la temperatura promedio de esta.

7.5.3. Bloque de amplificación para el rango de temperaturas que se deseaba medir ($30^{\circ}C - 90^{\circ}C$) el valor de voltaje entregado por el sensor variaba entre 0.3 V a 0.9 V; para adecuar esta medida a un valor óptimo para el conversor análogo digital del microcontrolador el cual tiene una tolerancia de 0–5 V, se implementó una amplificador no inversor con una ganancia de 5.

El diagrama de amplificación es el que se presenta en la figura 7.8, en el cual se pueden observar dos configuraciones del amplificador operacional: El amplificador operacional como seguidor de tensión y en configuración de realimentación negativa. En el primer amplificador recibe la señal asegurando una alta impedancia de entrada, posteriormente, la señal ingresa al segundo amplificador operacional, el cual se encarga de elevar la tensión.

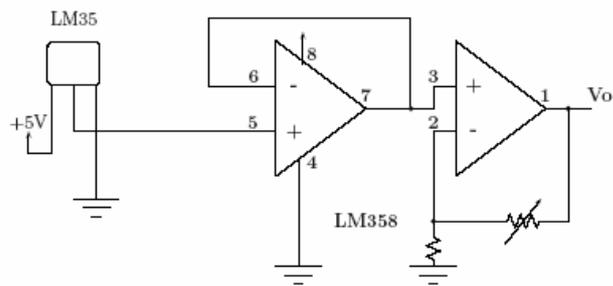


Figura 7.8. Circuito para acople del sensor LM35

7.5.4. Procesamiento digital de la señal

7.5.4.1. Bloque de conversión analógica digital el convertor analógico digital usado, fue el interno del microcontrolador PIC18F452, que al es un convertor de 10 bits, el cual utiliza el método de aproximaciones sucesivas, cuya referencia puede ser externa o interna.

7.5.4.2. Bloque de procesamiento de datos y filtrado los filtros son una parte importante del diseño de todo instrumento de medida electrónico. Los filtros se utilizan básicamente para dos propósitos en general: separación de señales y restauración de señales, estos problemas pueden ser solucionados tanto con filtros analógicos como con filtros digitales.

7.5.4.3. Filtro digital para este caso se utilizo uno de filtros más comunes: el filtro *MOVING AVERAGE*. Este es un filtro digital *Pasa-Bajo* de tipo FIR, típicamente utilizado para procesar señales muestreadas dentro de una ventana de muestreo definida (un arreglo de datos muestreado). Cuando el bloque de procesamiento recibe el mensaje de solicitud de temperatura, proveniente del modulo principal, le ordena al ADC realizar 20 conversiones, para obtener una medida más aproximada de la temperatura real y almacena el resultado en un buffer. Teniendo las 20 medidas, se realiza el promedio de ellas, y el resultado es visualizado en la pantalla LCD.

7.5.5. Dispositivo de entrada de comandos el dispositivo para entrada de comandos es un teclado matricial de 4x4 teclas. En la figura 7.9, se indica el teclado matricial de 4 filas por 4 columnas. En este caso, las líneas del microcontrolador

correspondientes a las filas se han configurado como salidas y las correspondientes a las columnas como entradas. Normalmente, las líneas de entrada permanecen en un nivel lógico alto, gracias a los elementos *pull-up* (resistencias de 2.7K). La clave para manejar este tipo de teclados consiste en enviar por las líneas de salida solo un cero por vez; si se envía un cero por la línea, cuando se oprime una tecla, un nivel lógico bajo se reflejará en el pin correspondiente de las líneas de entrada respectivamente; así, si se encuentra un nivel lógico bajo en la línea, se puede concluir que la tecla fue presionada.

Si queremos explorar todo este teclado, bastara con rotar el cero circundante, de tal manera que solamente un cero se encuentre en las filas del teclado, cuando se realiza las lecturas de la línea de entrada (las columnas). Cuando el cero llegue a la fila más significativa del teclado, debe reingresar en la próxima ocasión por la menos significativa, reiniciando la exploración del teclado. Este proceso se realiza a gran velocidad, por lo que se tiene la sensación que todo el teclado se esta censando permanentemente. En el programa realizado, la exploración total del teclado tarda menos de 60ms, considerando que se utiliza un oscilador de 4 Mhz.

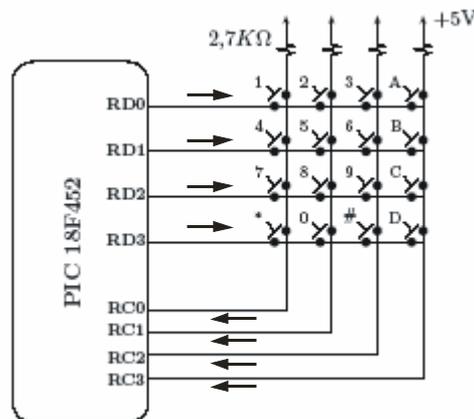


Figura 7.9. Teclado matricial de 4 filas y 4 columnas

Otro aspecto que no se puede olvidar son los rebotes causados por la pulsación de una tecla. Cuando una tecla se oprime, sus contactos actúan como resortes, y la unión eléctrica no es estable; se generan una serie de uniones y desuniones mecánicas

durante un intervalo significativo de tiempo. Estos rebotes pueden dar lugar a que en una aplicación, el programa los interprete como si hubiera generado muchas pulsaciones, para ello existen soluciones hardware y software, considerando más interesantes las segundas ya que simplifican el diseño. Allí la solución más obvia es que después de la detección de la tecla pulsada se genere un retardo en la lectura del teclado, de tal manera que se ignoren los contactos subsiguientes debidos a los rebotes.

7.5.6. Funciones y modos del controlador el controlador de temperatura inicialmente se ha implementado, principalmente para procesos de secado de acuarelas, sin embargo se ha pensado en la utilización de la cámara secado para la producción de borradores, ya que el equipo goza de varias funciones y modos importantes para realizar la respectiva acción de control, entre las cuales tenemos.

1. *Temperatura de referencia:* El controlador recibe del usuario la temperatura a la cual quiere que este la cámara, esta temperatura de referencia esta dentro del rango de 30°C a 90°C.
2. *Tiempo de operación:* El controlador puede ser programado para operar durante un periodo de tiempo definido por el usuario, haciendo un arranque y parada del proceso de forma automática.

7.5.7. Operación de control al encenderse las lámparas incandescentes de 250 Watts la temperatura de la cámara empieza a aumentar lentamente, por medio del microcontrolador se obtienen los datos provenientes de los sensores LM35, este los procesa y obtiene la temperatura que en ese instante tiene la cámara de secado, el procesador realiza la comparación del promedio de las temperaturas obtenidas y la temperatura máxima que el usuario previamente programó, al llegar a esta temperatura de referencia se mantiene estable durante el tiempo que se programo en el PIC, variando la intensidad de las cuatro lámparas que se encuentra en la cámara, Con esto se garantiza que la cámara se mantenga a una temperatura uniforme controlando así, el consumo innecesario de energía eléctrica.

Para la transferencia de potencia, normalmente se utilizan dos tipos de control:

- Control de abrir y cerrar
- Control de ángulo de fase

En el control de abrir y cerrar, los tiristores conectan la carga a la fuente de ca durante unos cuantos ciclos de voltaje de entrada y a continuación la desconectan por unos cuantos ciclos más. En el control de ángulo de fase, los tiristores conectan la carga a la fuente de ca durante una porción de cada uno de los ciclos de voltaje de entrada.

7.5.7.1 Principio de control de fase El flujo de potencia hacia la carga queda controlado retrasando el ángulo de disparo del tiristor. En la figura 7.10a aparece un controlador bidireccional monofásico de onda completa con carga resistiva. Durante el semiciclo de voltaje de entrada, se controla el flujo de potencia variando el ángulo de retraso del tiristor T1; y el tiristor T2 controla el flujo de potencia durante el siguiente semiciclo. Los pulsos de disparo de T1 y T2 se conservan a 180° uno del otro. Las formas de onda para el voltaje de entrada, para el voltaje de salida y para las señales d compuerta de T1 y de T2 aparecen en la figura 7.10b.

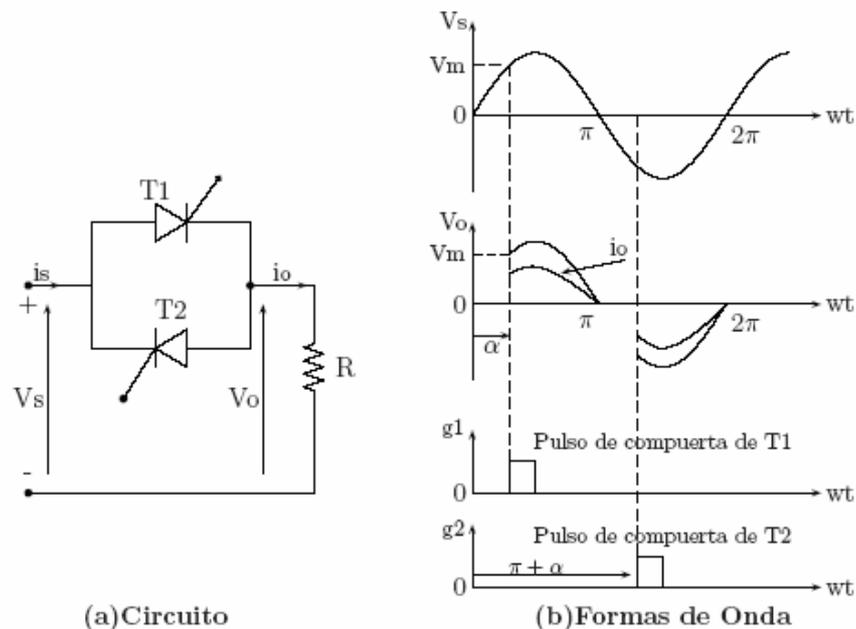


Figura 7.10. Controlador monofásico de onda completa

Si $V_o = \sqrt{2}V_s \sin \omega t$, es el voltaje de entrada y los ángulos de retraso de los tiristores T1 y T2 son iguales ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$), el voltaje de salida se puede determinar a partir de:

$$V_0 = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} 2V_s^2 \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V_0 = \left[\frac{4V_s^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V_0 = V_s \left[\frac{1}{\pi} (\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Variando α desde 0 hasta π , se puede variar V_0 desde V_s hasta 0.

7.5.8. Microcontrolador este es el dispositivo mas importante del controlador, ya que de el dependen, la interfase con el usuario, el sistema de control y la adquisición de los datos enviados por los sensores de temperatura.

El microcontrolador esta recibiendo continuamente la información de la temperatura, proveniente de los cuatro sensores, esta información es procesada y luego comparada con el *set point* que el operario programo previamente, dependiendo el valor de temperatura actual se ejerce la acción a desarrollar por el controlador sobre los actuadores.

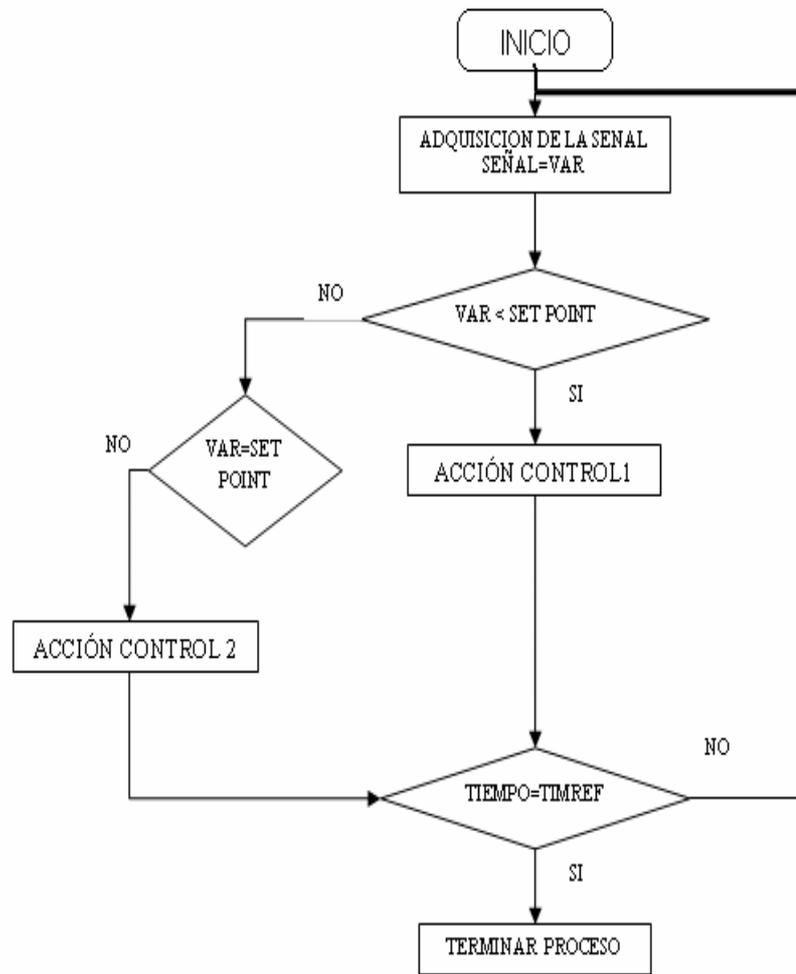


Figura 7.11. Diagrama en bloques del controlador de temperatura

Una vez realizada la conversión A/D de la señal, su valor es almacenado en una variable, este valor es comparado con el valor de referencia que ha sido entregado por los operarios de *Productos Escolares Pingüi*, el cual ha sido almacenado con anterioridad, se compara el valor de referencia con el valor adquirido, y si la temperatura excede o es menor que el valor estipulado son activadas las respectivas acciones de control. Si el tiempo que programó el operario ya se cumplió se termina el proceso. El diagrama de flujo del funcionamiento del sistema del microcontrolador se encuentra en la figura 7.11.

Como se mencionó anteriormente, el microcontrolador utilizado para esta aplicación fue un PIC18F452 de Microchip, este microcontrolador está optimizado para que su arquitectura y conjunto de instrucciones sean programables en lenguaje C, además

tiene una memoria flash de 32Kbytes y puede trabajar con instrucciones que involucren hasta 16 bits. [25]

Los módulos utilizados para el desarrollo de este sistema fueron, el conversor análogo digital, y puertos, tanto de entrada como de salida, para el manejo de periféricos.

7.5.9. El Reloj DS1302 el reloj de tiempo real que se uso para este proyecto fue un DS1302 del fabricante *MAXIM*. Este dispositivo se empleo principalmente por las ventajas que tiene frente al microcontrolador para contar tiempos largos, además trabaja independientemente, una vez se a inicializado, labor que es realizada por el microcontrolador,

El DS1302 contiene un reloj /calendario en tiempo real y 31 bytes de memoria RAM estática. La comunicación con el microprocesador es realizada a través de una interface serial. El reloj/calendario en tiempo real provee información acerca de segundos, minutos, horas, días, meses y años. la fecha de fin de mes se ajusta automáticamente para meses con menos de 31 días, incluyendo correcciones para el año bisiesto. El reloj opera ya sea en un formato de 24 o 12 horas, con un indicador de AM/PM. [27]

La interfaz con un el controlador se simplifica usando comunicación serial sincrona. Sólo tres hilos son requeridos para en la comunicación con el reloj: CE (pin de habilitación de la comunicación), I/O (línea de datos bi-direccional), y SCLK (señal de reloj). La información puede ser transferida desde y hacia el reloj ya sea con un byte al tiempo o una ráfaga de 31 bytes. El *DS1302* esta diseñado para operar con baja potencia.

Otra característica importante de este dispositivo es la capacidad de conmutar entre dos fuentes de alimentación, la principal V_{cc2} y una alterna V_{cc1} , que se encuentra como respaldo en caso de fallo eléctrico y así mantener actualizado tanto el calendario como la hora. En la figura 7.12 se muestra la conexión serial entre el reloj de tiempo real DS1302 y el microcontrolador, utilizada en el controlador e temperatura. [27]

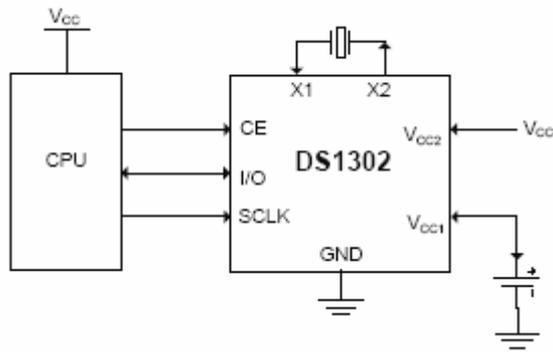


Figura 7.12. Conexión entre el reloj de tiempo real DS1302 y el microcontrolador



Figura 7.13. Lámpara 250 watts

7.5.10. Actuador el actuador lo conforman cuatro lámparas infrarrojas, de 250watt(c/u), encargadas de incrementar o disminuir la temperatura en la cámara de secado a un nivel determinado por el usuario. En la figura 7.13 se observa la lámpara utilizada y en la tabla 7.1 se listan las características más importantes de esta lámpara.

Tabla 7.1. Características de la lámpara

PARÁMETRO	VALOR
Energía usada	250 wats
Vida media	5.000 horas
Voltios	120
Tipo de bulbo	BR40
Tipo de base	Médium (E26)
longitud	6.5 pulgadas

Las lámparas se encuentran dispuestas como se observa en la figura 7.2d, los planos de la estructura donde están colocadas se aprecian en el anexo 2. Se utilizaron estas lámparas ya que, junto con las radiaciones de luz visible, emiten también radiaciones infrarrojas en forma de calor, como se observa en la figura 7.14. Sólo el 10% de la energía eléctrica consumida por una lámpara incandescente se convierte en luz visible, y el 90% restante se disipa al medio ambiente en forma de calor, razón por la cual se escogió este tipo de actuador; además, las variaciones de temperatura van desde la temperatura ambiente a los 90°C, rango óptimo para el secado de acuarelas.

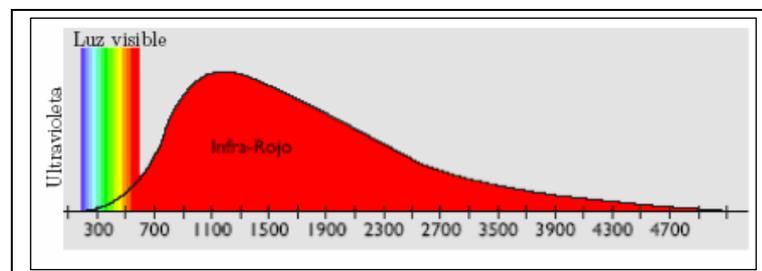


Figura 7.14. Distribución radial de energía relativa

7.5.11. Principio de funcionamiento sistema desarrollado para controlar la activación o desactivación de grandes cargas eléctricas a tensiones relativamente altas a partir de señales producidas por circuitos de baja potencia y baja tensión, existen dos métodos: mediante un relé o mediante un circuito electrónico. Cada sistema tiene sus ventajas y sus inconvenientes. La principal ventaja del relé es su flexibilidad. Al ser un interruptor activado por un electroimán, puede conmutar cargas de cualquier tipo, ya sean de baja o de alta tensión, de corriente alterna o continua, y prácticamente de cualquier potencia (a los relés diseñados para potencias muy altas se les llama contactores, pero siguen siendo relés), y el aislamiento que proporcionan entre el circuito de control y el de potencia es absoluto. Entre sus desventajas están su fragilidad, poca duración (debido a que son dispositivos electromecánicos) y su poca seguridad, ya que a veces se quedan conmutados cuando se deja de aplicar tensión al electroimán.

Los dispositivos electrónicos o de estado sólido (llamados así porque no tienen partes móviles) son menos flexibles, ya que son diseñados específicamente para el tipo de cargas que van a conmutar, pues su rango de tensión y carga es más limitado, pero a cambio tienen varias ventajas. La principal es su robustez y duración (al no haber

partes móviles su vida es casi ilimitada). Además, se puede diseñar el circuito para que la conmutación se produzca en el paso por cero de la tensión de red (cuando la tensión instantánea es aproximadamente de 0V) con lo que se minimizan las interferencias y su velocidad de conmutación es enormemente alta. Su tradicional inconveniente es no aislar completamente el circuito de control de la carga, pero esto se soluciona mediante opto acopladores.

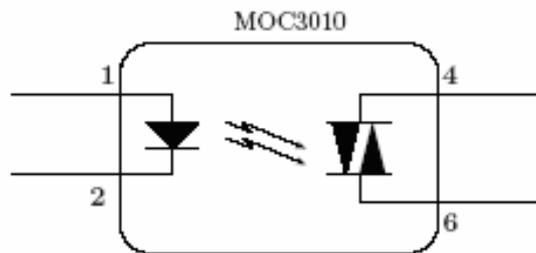


Figura 7.15. Opto acoplador

El aislamiento entre el circuito de control (microcontrolador) y la carga (lámparas de 250 Watts.) se realiza mediante un opto acoplador el cual combina un diodo emisor de luz (LED) con un TRIAC foto-detector (foto-TRIAC) dentro de un mismo encapsulado opaco como se observa en la figura 7.15. Al no existir conexión eléctrica entre la entrada y la salida, el acoplo es unidireccional y permite un aislamiento eléctrico entre ambos dispositivos.

En este sistema se utiliza un opto-TRIAC de referencia *MOC3010* (*Motorola*) que necesita una corriente en el LED de 10mA para disparar el foto-TRIAC. Cuando el LED esta apagado, el foto-TRIAC esta bloqueado conduciendo una pequeña corriente de fuga denominada IDR_M (*peak-blocking current*). Cuando el diodo conduce, dispara al foto-TRIAC puede circular entre 100mA y 1A.

Al no ser un dispositivo que soporte grandes niveles de potencia, el propio foto-TRIAC en este caso actúa sobre el control de un TRIAC de mucho mayor potencia, tal como se indica en la figura 7.16.

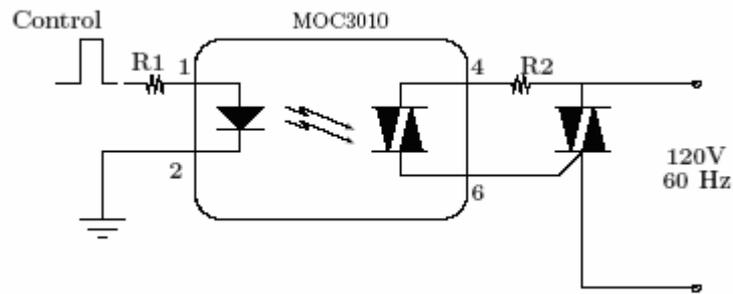


Figura 7.16. Circuito de disparo del triac

En este circuito, una señal digital (señal proveniente del microcontrolador) activa el opto-acoplador que a su vez activa el TRIAC de potencia conectado a la red eléctrica; el valor de R2 es de 300Ω , cuyo valor es proporcionado por el fabricante. Para la realización del circuito de control de potencia se escogió el triac de referencia *BT136*, ya que es un dispositivo que posee parámetros que están dentro de los límites apropiados para el control de las lámparas incandescentes, mas adelante se proporciona una breve explicación de estos parámetros.

El problema que presenta el circuito de la figura 7.16 es la ausencia de sincronización entre la señal de control digital y la fase de la línea. Esta falta de sincronización afecta fuertemente a la carga y a los dispositivos de potencia que reducen su vida media de duración. Para resolver este problema, se ha añadido el circuito de la figura 7.17, un detector de paso por cero de la señal alterna, constituido por un circuito comparador de tensión. Este circuito está diseñado con un amplificador operacional en lazo abierto y en este caso se utiliza para comparar la tensión variable de la red con otra tensión fija (0 Voltios), que se utiliza como referencia. En este circuito, la salida, sólo puede tomar dos valores de tensión distintos, que son precisamente los valores de tensión con que se está alimentando el amplificador operacional (+Vcc, -Vcc).

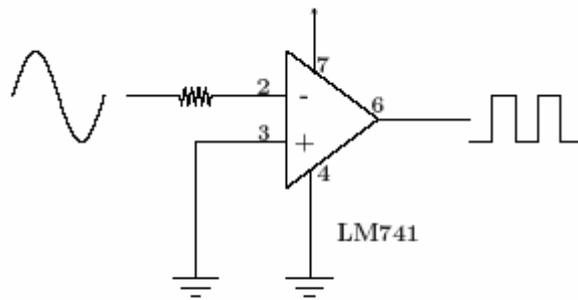


Figura 7.17. Cruce por cero

En este circuito, se alimenta el amplificador operacional (A.O.) con dos tensiones $+V_{cc} = 5V$ y $-V_{cc} = 0V$. Conectamos el pin V_+ del A.O. a masa, el cual sirve como tensión de referencia, en este caso $0V$. A la entrada V_- del A.O. se ha conectado por medio de un transformador, la señal proveniente de la red eléctrica. Hay que hacer notar que la tensión de referencia no tiene por qué estar en la entrada V_+ , también puede conectarse al pin V_- , en este caso, se conecta la tensión que queremos comparar con respecto a la tensión de referencia, a la entrada V_+ del A.O. A la salida del A.O. puede haber únicamente dos niveles de tensión que son en nuestro caso $5V$ ó $0V$ como se muestra en la figura 7.18.

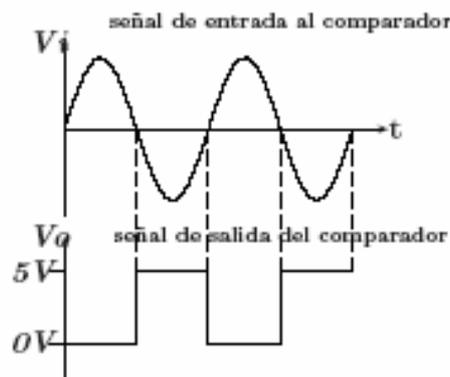


Figura 7.18. señal de salida

- Cuando la tensión sinusoidal V_i toma valores positivos, el A.O. se satura a negativo, esto significa que como la tensión es mayor en la entrada V_- que en la entrada V_+ , el A.O. entrega a su salida una tensión negativa de 0 V.
- Cuando la tensión sinusoidal V_i toma valores negativos, el A.O. se satura a positivo, esto es, al estar su patilla V_+ a mayor potencial que la patilla V_- , el A.O. entrega a su salida una tensión positiva de 5 V.

El diseño completo del circuito de control de potencia es el que se presenta en el anexo 3, en el cual se esquematizan todas las etapas anteriormente mencionadas, como un conjunto.

7.5.12. Dispositivo Para Despliegue De Información el modulo LCD que se empleó tiene 16 pines, cuya descripción se hace en la figura 7.19. Su alimentación es de +5 V, y la regulación del contraste se realiza dividiendo esos +5V mediante un potenciómetro de 10 k. Para el modulo de 4 bits se necesita la utilización de solo 10 pines. De ellas hay tres de control, que son EN (habilitación), I/D (Instrucción/Datos) y R/W (Lectura/Escritura). La activación de la línea EN (habilitación) es la que permite a la LCD

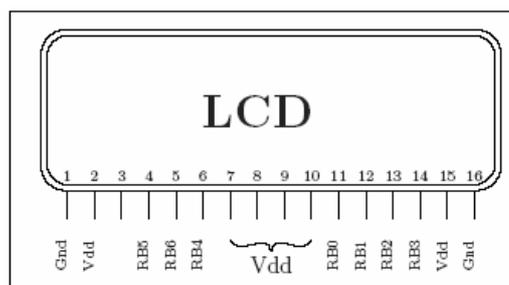


Figura 7.19. Pantalla LCD

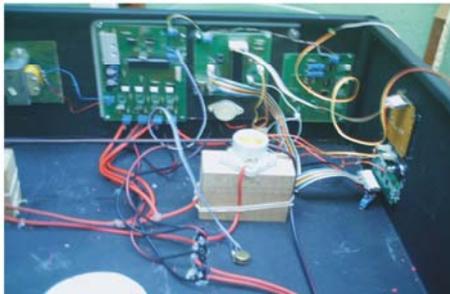
Leer el resto de líneas, es decir, si la desactivamos no reaccionara ante los cambios en el resto de líneas. La línea R/W se conectará a masa, para ahorrar una línea, en todos los casos en los que no sea necesario el modo de lectura.

7.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Una vez finalizadas las etapas de diseño mecánico y electrónico, estos planos que se encuentran en el anexo 2 y anexo 3, son enviadas a empresas las cuales se especializan en la construcción de las partes. Los planos electrónicos generados por el software *EAGLE*, fueron enviados a *Microcircuitos LTDA*, la cual es una empresa especializada en la construcción de las placas, estas se realizan con equipos especializados, y los planos mecánicos generados por *Solid Edge* fueron a *Metálicas Modernas*, empresa especializada en el trabajo con partes metálicas.

7.6.1 Ensamble de equipo Inicialmente son ensambladas las partes mecánicas y finalmente las partes electrónicas, tal como se observa en la figura 7.21, en esta imagen se observa claramente la distribución de las lámparas tal como se había establecido previamente con el software de diseño mecánico, en la figura 7.20a se enfoca las placas de los circuitos instalados sobre el equipo, estas se encuentran distribuidas en placas de manejo de potencia y placas de manejo digital

TARJETAS DE CONTROL DE CAMARA DE SECADO



TARJETAS DE CONTROL DE CAMARA DE SECADO



a.

b.

Figura 7.20. Ensamble de la cámara de secado 7.20a sistema de control de la cámara de secado. 7.20 distribución de lámparas

7.6.2. Implementación del equipo Una vez instaladas las partes del equipo este es encendido para comprobar su funcionamiento, son prendidas las lámparas y es configurado el sistema, el circuito inicia a tomar los valores de temperatura que el sistema esta produciendo, sobre la pantalla LCD se observa el tiempo en forma ascendente que previamente ha sido configurado y al terminar este tiempo, el sistema de lámparas se apaga automáticamente, durante en transcurso de este tiempo las lámparas se encuentran permanentemente regulando la intensidad del calor del equipo, con la finalidad de tener un control continuo de la temperatura que se esta generando sobre el sistema.

En la figura 7.21b. Se observa en la parte superior central que se encuentran los fusibles externos que sirven para la protección del circuito y para la protección de las lámparas en caso de presentarse una sobrecarga, y en la parte inferior de esta figura encontramos el LCD y el teclado, los cuales permiten la configuración del equipo para su posterior funcionamiento.



a.

b.

Figura 7.21. Cámara de secado 7.21a. Equipo encendido y operando 7.21b pantalla y teclado de configuración

Se comprobó que una vez que se enciende el equipo y se estabiliza el sistema, en la parte inferior se logra alcanzar temperaturas de hasta 90 °C, en una mínima distancia de 15 cm. El personal de la empresa preparo varios recipientes los cuales contenían la

pasta de acuarela, y se estableció que colocándolos sobre el equipo a la distancia mencionada anteriormente, se logra un secado de la pasta en 15 minutos, sin presentarse ninguna alteración sobre el producto final, lo que representa un avance para la empresa ya que anteriormente al producir este producto, el sistema de secado se realizaba a la luz del día, proceso que tardaba entre 35 y 50 minutos dependiendo del estado climático, y de 10 recipientes producidos se presentaba una pérdida del 40%, lo que no generaba una rentabilidad para la empresa.

7.6.3. Interfaz de Usuario El funcionamiento del controlador fue desarrollado de forma tal que pueda ser operado por los empleados de la empresa sin que tengan problemas en la configuración del equipo.

Inicialmente se debe encender el sistema, al momento, sobre la pantalla del controlador (LCD), aparece un saludo inicial el cual contiene el nombre del producto sobre el cual se realizará el control y el nombre reducido de la empresa *Pingüi* a la cual pertenece el producto como se observa en la figura 7.22



Figura 7.22. LCD Saludo inicial

En la figura 7.22 se observa que en la parte inferior derecha se encuentra el símbolo de número #, este indica que se debe presionar este botón sobre el teclado para continuar con la sesión de configuración, inmediatamente después de oprimir # aparecen las variables a controlar por el sistema, como se observa en la figura 7.23



Figura 7.23. LCD Variables a ser controladas

Oprimiendo el número 1, se configura la temperatura a la cual se desea que el controlador mantenga las lámparas infrarrojas y al mismo tiempo esta será la temperatura a la cual serán expuestos los productos, para este caso la pasta de acuarela en su recipiente de presentación, figura 7.24. Para salir de este proceso y guardar la temperatura de referencia se oprime la tecla *.

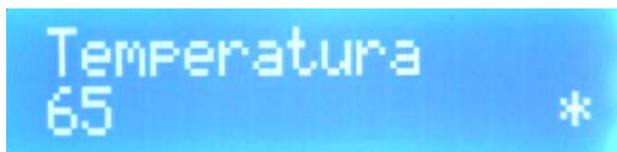


Figura 7.24. LCD configuración de temperatura

Una vez oprimida la tecla *, se retrocede al menú principal el cual se indica en la figura 7.23, y posteriormente oprime el número 2, en donde se ingresa a modo de configuración de tiempo, figura 7.25, aquí se permite establecer cuanto tiempo estarán expuestos los productos, esto conlleva que una vez terminado el tiempo de exposición programado, automáticamente se apagaran las lámparas. Para salir de este proceso y guardar la temperatura de referencia se oprime la tecla *.

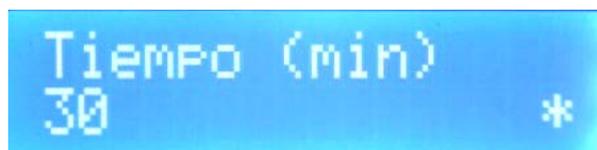


Figura 7.25. LCD Configuración de Temperatura

Una vez configurados los parámetros necesarios de tiempo y temperatura, se regresa al menú principal, figura 7.23, y para iniciar el proceso de exposición del productos a las lámparas infrarrojas, se oprime la tecla * y el sistema muestra en la pantalla *LCD* el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso y el valor de la temperatura actual de la cámara de secado, como se ve en la figura 7.26.



Figura 7.26. LCD Temperatura del sistema y tiempo transcurrido

Una vez finalizado el tiempo programado se activa una alarma luminosa (led), se enciende una alarma sonora y en la pantalla *LCD* aparece el mensaje tiempo completo como se observa en la figura 7.27



Figura 7.27. LCD Tiempo completo

CONCLUSIONES

1. Se logra la introducción del concepto de *Gestión de la calidad* en la empresa *Productos Escolares Pingüi*, mejorando el proceso de producción y con una gran acogida por parte de los técnicos que trabajan en la empresa, esto permite garantizar a los consumidores una excelente calidad y brindarles garantía total sobre el producto adquirido.
2. La utilización de sistemas *CAD*, *Solid Edge*, permitió realizar el mejoramiento de los procesos de producción de plastilina, sin ser un método invasivo, se logro la construcción de un sistema, de fácil manejo, y asequible al mantenimiento, el cual permitió ahorrar tiempo de producción, sin necesidad de irrumpir el espacio de trabajo de los operarios,.
3. Se logra la aplicación de la ingeniería con la utilización de diferentes sistemas como, diseño mecánico, diseño electrónico, control, sistemas de sensado, diseños placas para la construcción de un nuevo equipo, el cual es la cámara de secado para la producción de acuarelas, que permite potencializar un producto que hasta el momento se producía esporádicamente, por la falta de un equipo que permitiera la finalización de producción del producto.
4. Se logra con un sistema sencillo de monitoreo de temperatura, que la producción de crayones sea más segura, además se consigue un ahorro de gas propano que es el combustible que se utiliza para la producción de este producto.
5. Se logra un gran beneficio en la empresa *PRODUCTOS ESCOLARES PINGÜI*; se mejora el proceso de elaboración de la plastilina reduciendo tiempo de producción, la preparación de acuarelas se realizara con un mayor frecuencia y en mayor cantidad, y se cuenta con un monitoreo de temperatura en la producción de crayones, el cual beneficia en la producción, evita el consumo excesivo de gas y previene los accidentes que se presenten por temperaturas muy elevadas en la fabricación del producto.

6. Con este trabajo se demuestra un vez más, que el *Ingeniero Físico* se puede desempeñar en diferentes áreas de la industria, y que puede implementar los conocimientos adquiridos para el beneficio de una labor específica en una área determinada.

BIBLIOGRAFIA

1. Guía de referencia diseño grafico. Solid Edge v14. curso 2003/2004
2. Dr. Mario Gutiérrez, Administrar para la Calidad .(Conceptos Administrativos del Control Total de Calidad), 2a. ed., México, Ed . Cecsca. 1995.
3. Mauricio León Lefcovich **Calidad total**, MANAGEMENT.
4. Gestión de Calidad para la Excelencia – Mauricio Lefcovich – www.gestiopolis.com –
5. Desarrollo de una Cultura de Calidad – Humberto Cantú Delgado – McGraw Hill – 1997
6. Gestión de la Calidad Total – Paul James – Prentice Hall – 1997
7. ISO 9000 en empresas de servicios. La normativa de calidad ISO 9000. Senlle, Andrés y Vi I a r, Joan . Ediciones Gestión 2000, S.A. España, 1997.
8. Antonio de Vera, Trucos de *Solid Edge pdf*
9. Mariño, José B. (1999). Tratamiento digital de Señales. Alfa omega
10. Cooper, William D. (1995). Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición. Prentice.
11. Usategue, José M. Angulo, Martines, Ignacio Angulo. (1999). Microcontroladores PIC Diseño practico de aplicaciones. McGraw Hill.
12. Ogata, Katsuhiko. (1998). Ingeniería de Control Moderna. McGraw ill.
13. Cengel, Yunus. Boles, Michel. (1996). Termodinámica. McGraw Hill.
14. Malvino, Albert. (1979). Principios de Electrónica. McGraw Hill.

15. Shalimova K. V. (1975). Física de los Semiconductores. Mir Moscú.
16. Holman, Jack. Gonzales, Julio Fournier. (1986). Métodos experimentales para ingenieros. McGraw-Hill.
17. Maloney, Timothy. (1983). Electrónica Industrial Dispositivos y Sistemas. Prencice-Hall Hispanoamericana.
18. MICROCHIP PIC18F452 Data sheet, Microchip Technology. Inc,2002
19. RASHID. Muhammad H. Electrónica de Potencia, 2ed., México, Prentice Hall,1995.
20. MAXIM DS1302 Trickle-Charge Timekeeping chip, USA, Maxim Integrated.

ANEXO 1

FORMATOS DE CALIDAD

En esta sección se publicaran los formatos que se han desarrollado para la empresa *Productos Escolares Pingüi*, los cuales se han desarrollado con la finalidad de que la empresa, lleve un proceso de trazabilidad, y así tener un control continuo sobre la producción que se esta realizando.

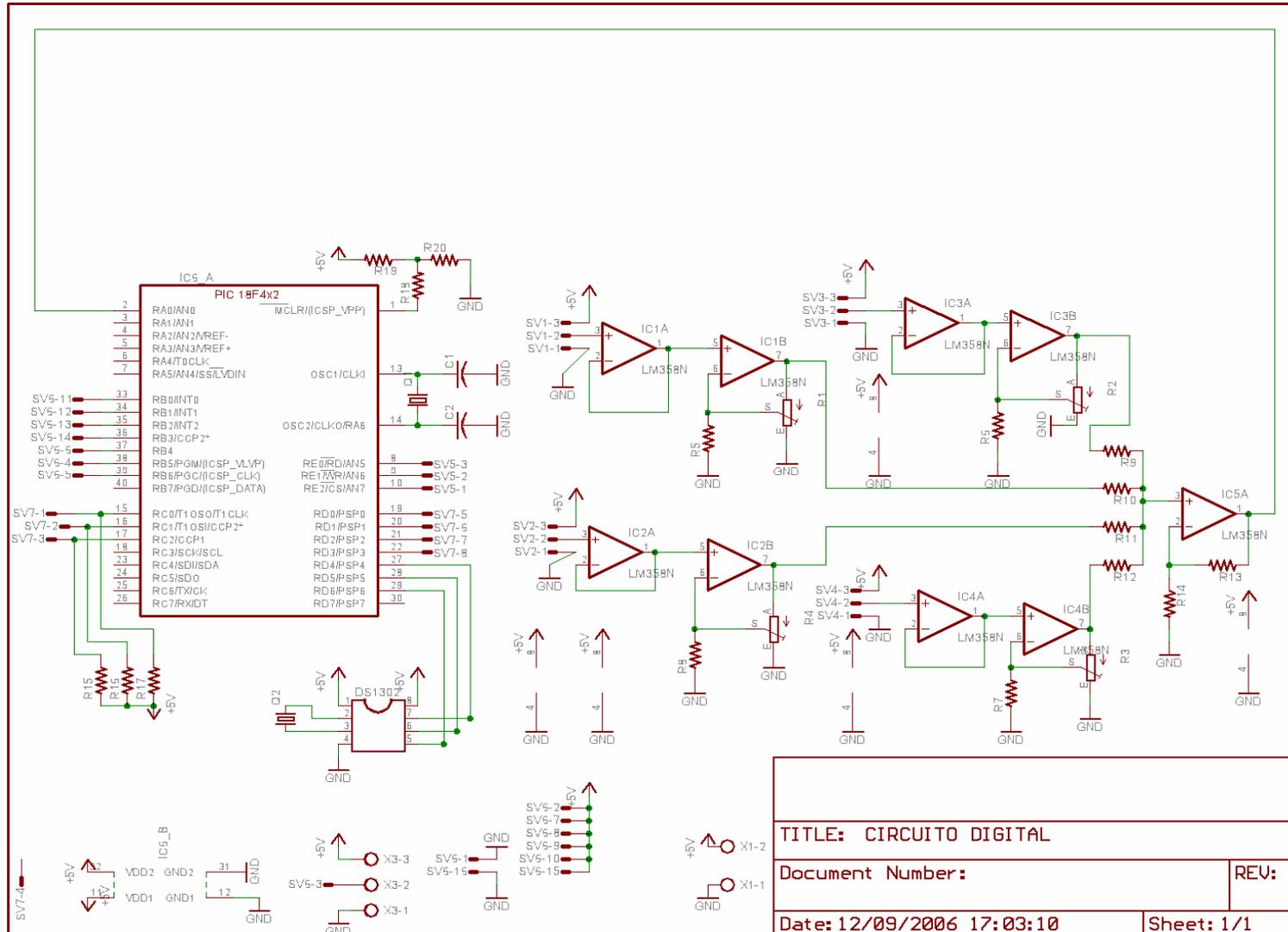
Estos formatos se han construido en forma general y pueden ser implementados para llevar un registro de un producto específico, como puede ser la plastilina, los crayones o las acuarelas, el formato puede variar dependiendo de la codificación que se le sea asignada, tal como se lo explico en la sección 5.6 de trazabilidad, por lo tanto se publicaran los formatos mínimos para cada área establecida.

Anexo 2

PLANOS ESQUEMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS IMPLEMENTADOS

A continuación se muestran los circuitos que se han implementado para la construcción de los equipos instalados en la empresa *Productos Escolares Pingüi*

CIRCUITO DE CONTROL DIGITAL



TITLE: CIRCUITO DIGITAL

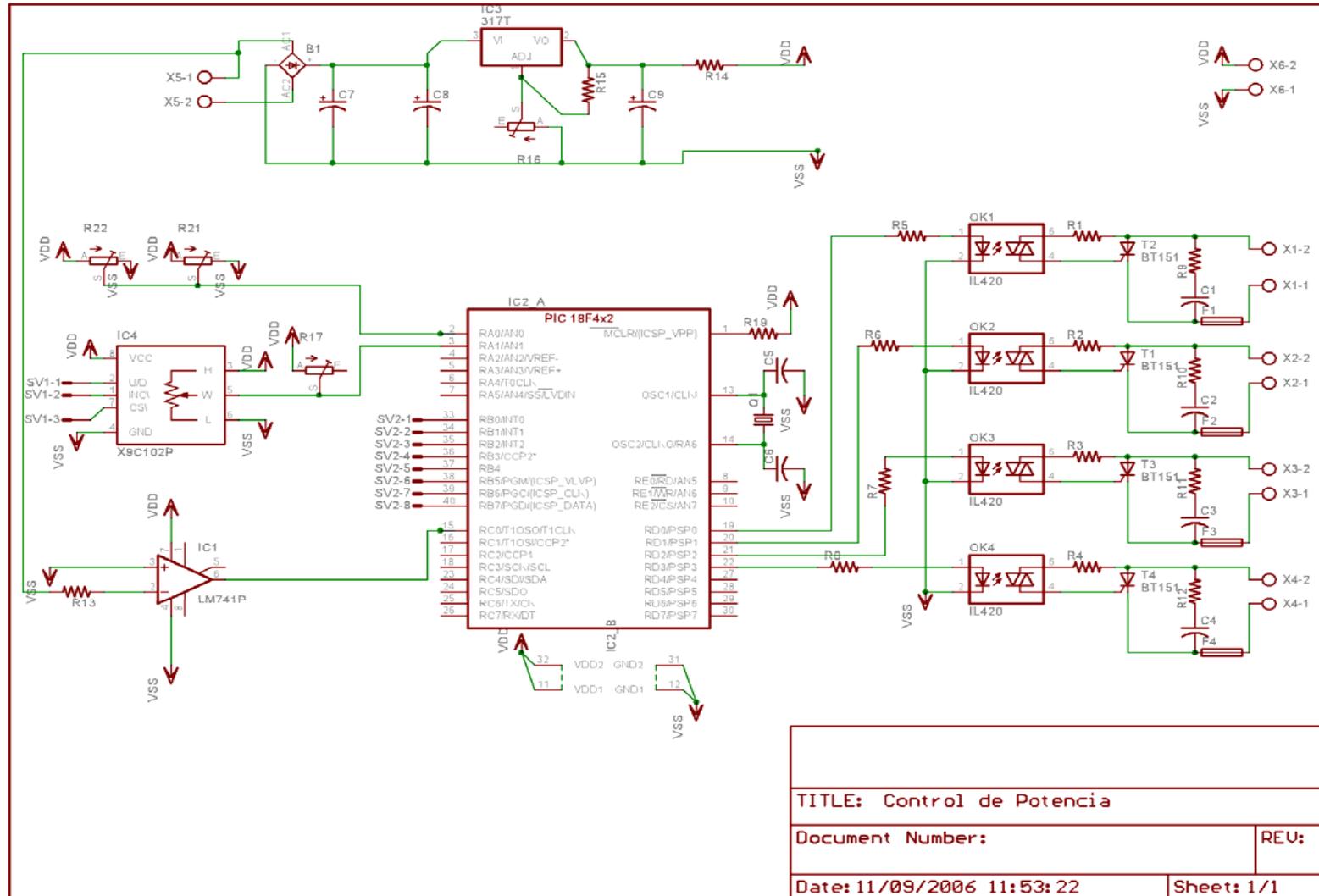
Document Number :

REV:

Date: 12/09/2006 17:03:10

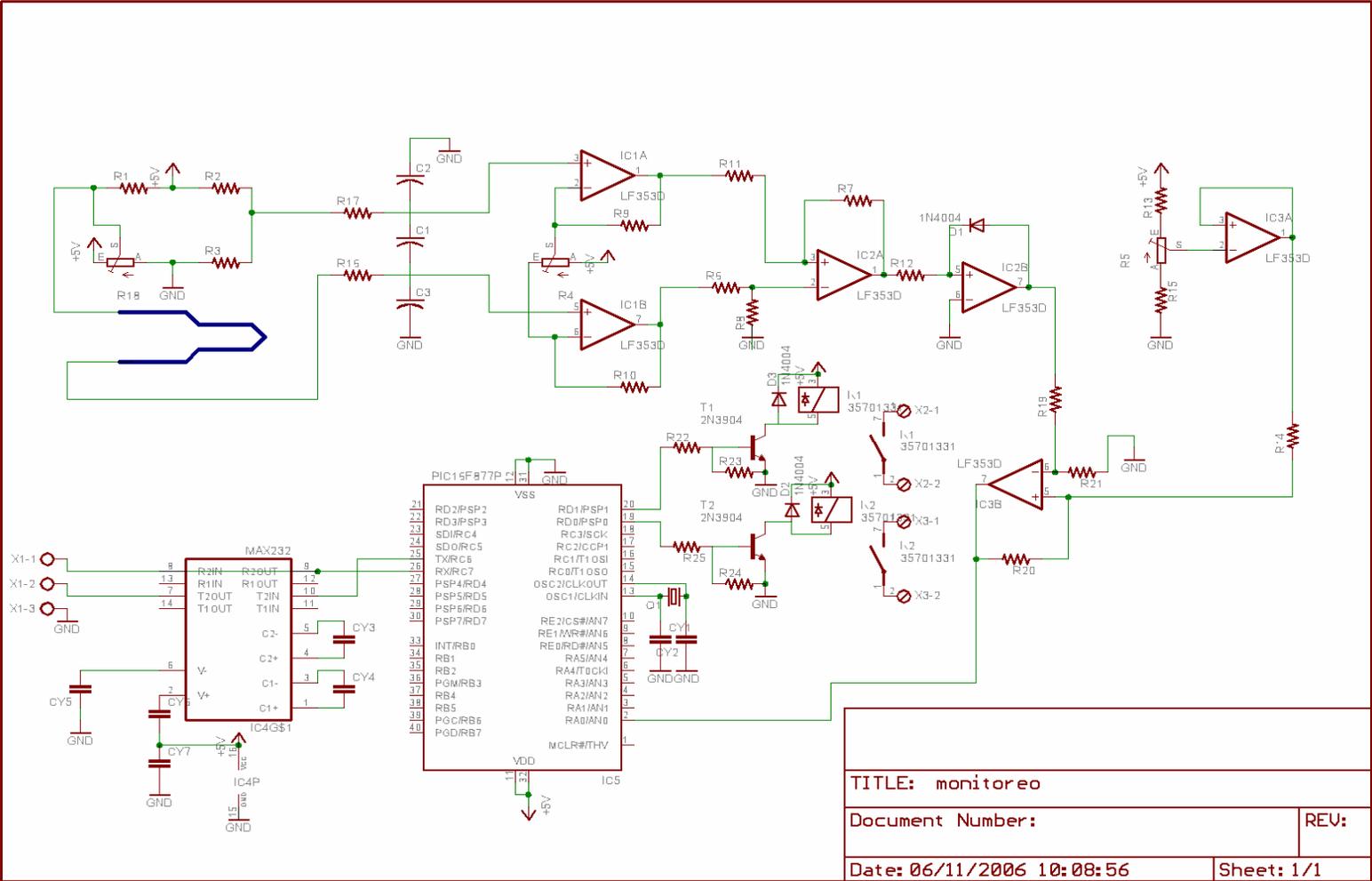
Sheet: 1/1

CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA



TITLE: Control de Potencia	
Document Number:	REU:
Date: 11/09/2006 11:53:22	Sheet: 1/1

CIRCUITO DE MONITOREO

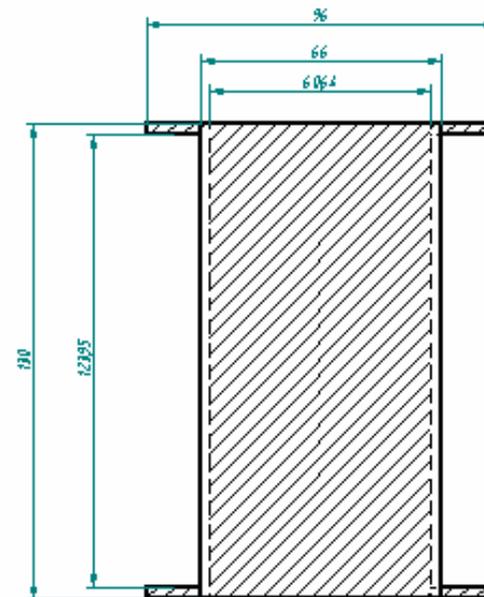
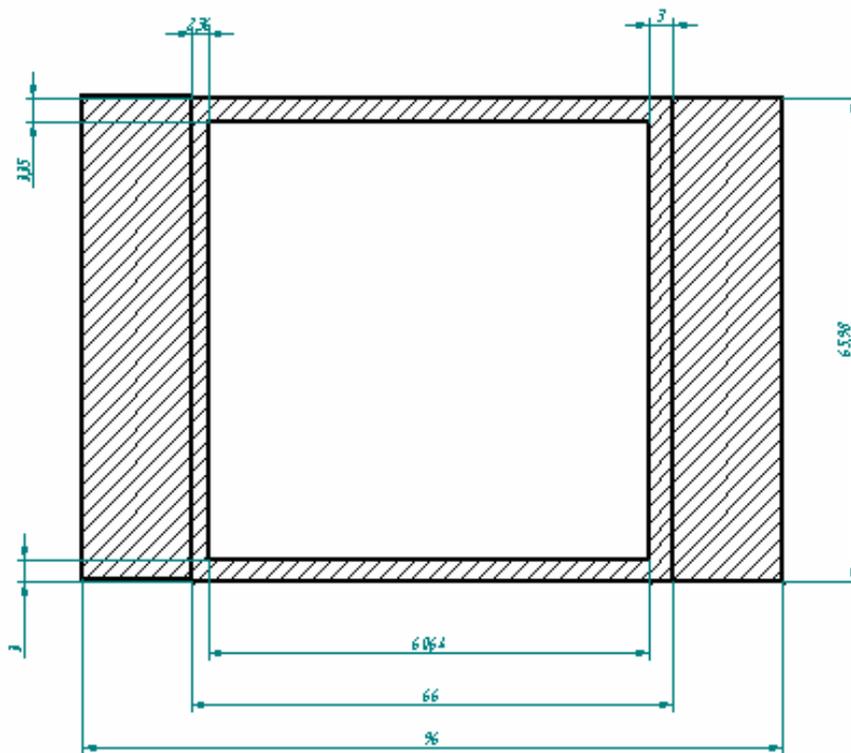


ANEXO 3

PLANOS CÁMARA DE SECADO

En este documento se muestra los planos de los equipos que se han implementado en la empresa *Productos Escolares Pingüi*, estos han sido generados por Solid Edge, el cual fue el software con el que se han desarrollado los diseños mecánicos.

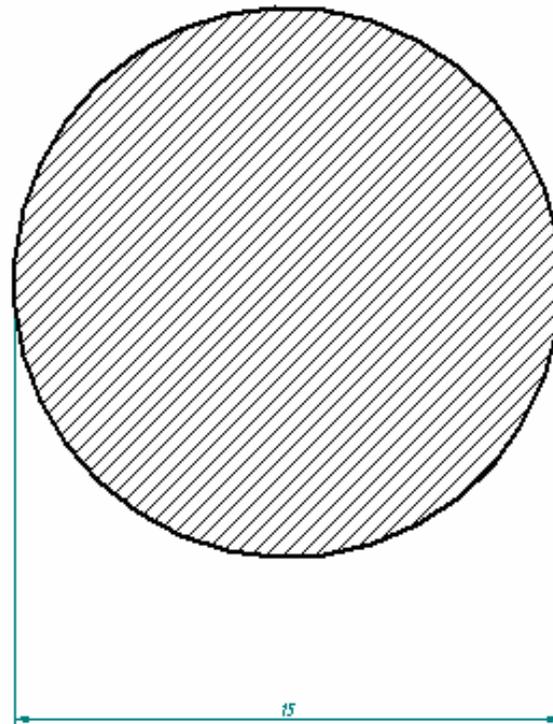
ESCAPE DE AIRE



Revisión			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado

	Nombre	Fecha	SOLID EDGE ENT-AM JORDAN AT		
Dibujado	Jordan Jordan	14/04/03			
Comprobado			Título		
Aprobado 1					
Aprobado 2					
Se ve indicación en todo de cotas en milímetros Ángulos en grados Tolerancia ± 0.5 y 0.1			J3	Plano	Nº
			Arch No: escape de a 03.017		
			Estado	Fecha	Bajo / de /

SOSTENEDOR

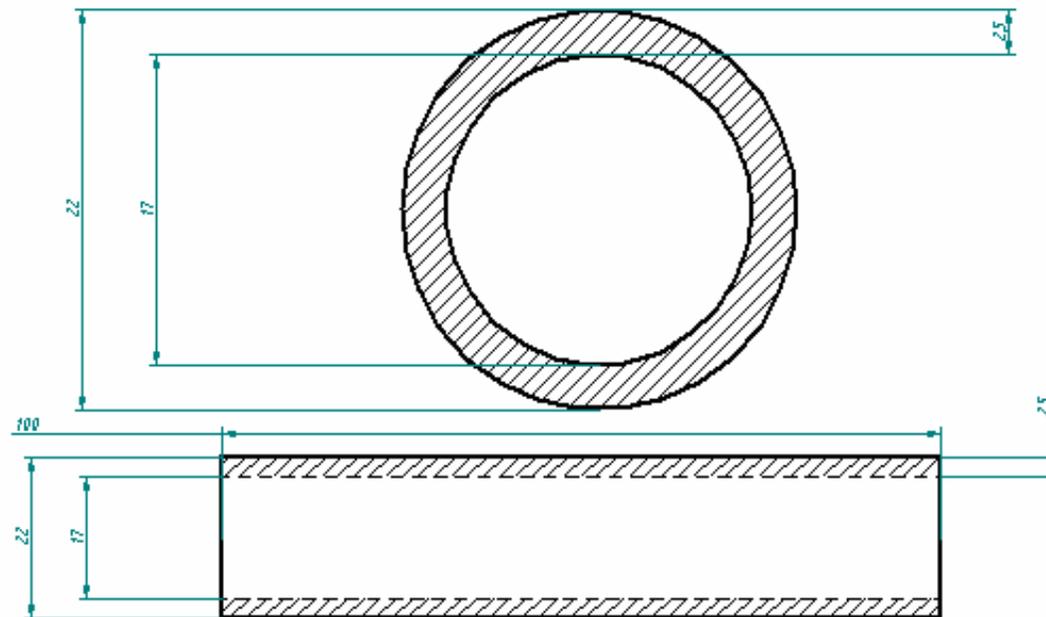


Revisión			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado

Elaborado	OSCAR BOLAÑOS	12/04/06	SOLID EDGE 3D1-AN-10810001	
Comprobado				
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Se va indicación en milímetros ángulos en grados tolerancias 40,5 y 41			3D	Plant Nº
Arch No: SOSTE0000141			Escala	Pasa
Hoja 1 de 1				

SOSTENEDOR CILINDRO

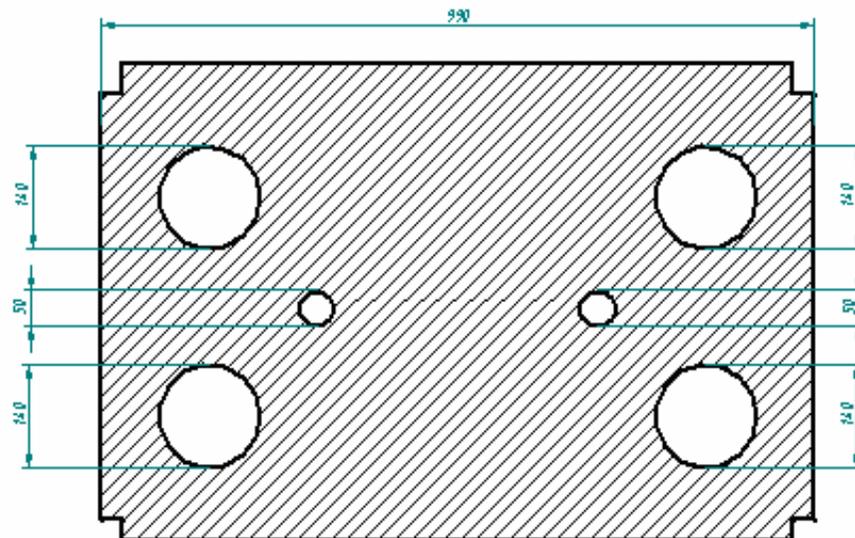
Revisión			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado



	Nombre	Fecha	SOLID EDGE	
Dibujado	José Rodríguez	12/04/06	2D-PDM FOUNDATION	
Comprobado			Título	
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Solo en líneas con trazo cortos en milímetros ángulos en grados tolerancias 40.5 y 41			A3	Plano
			Arch No: sostenedor cilindro.dwg	
			Escala	
			Página	Hoja 1 de 1

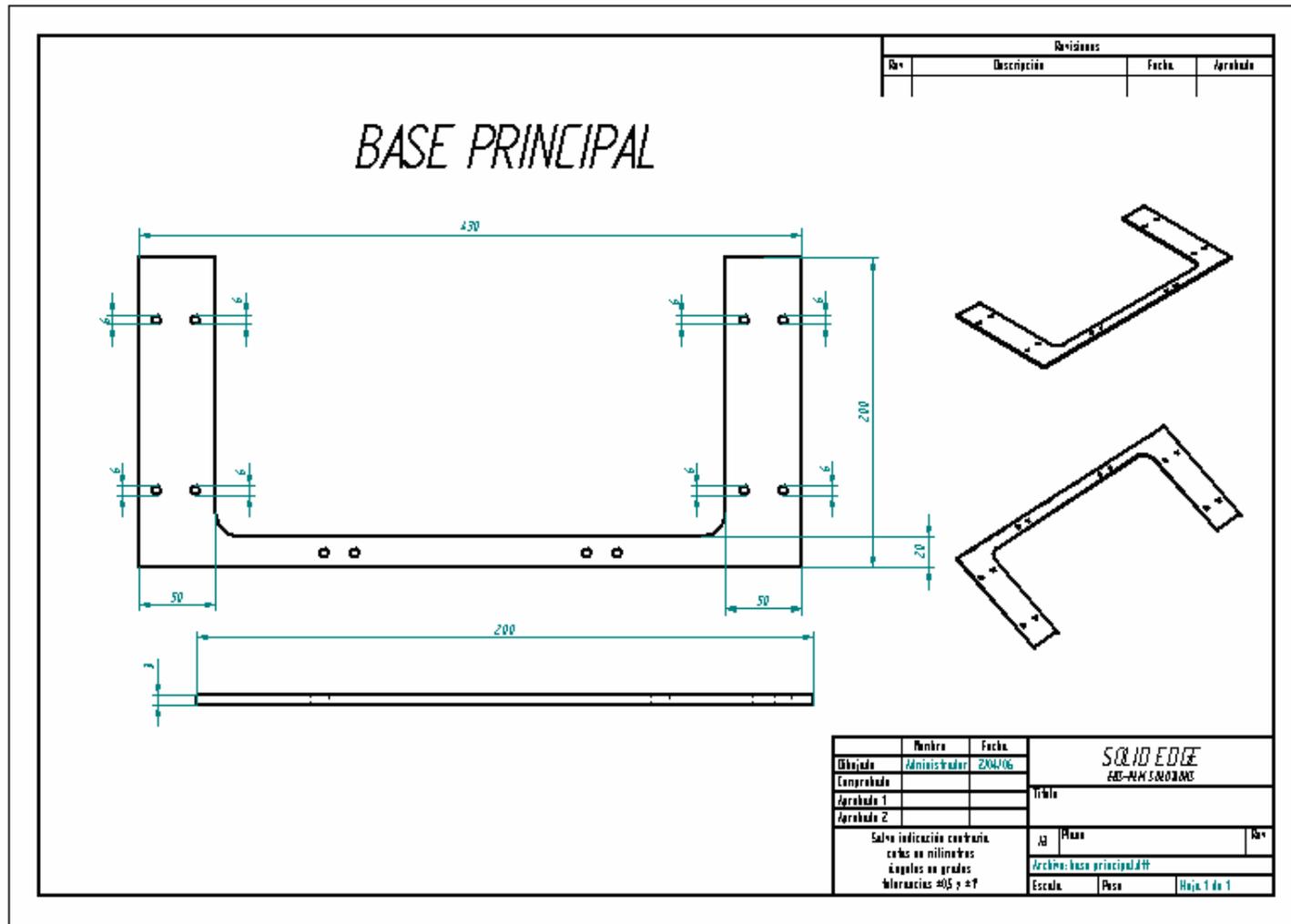
TAPA

Revisões			
Nº	Descrição	Data	Aprovado

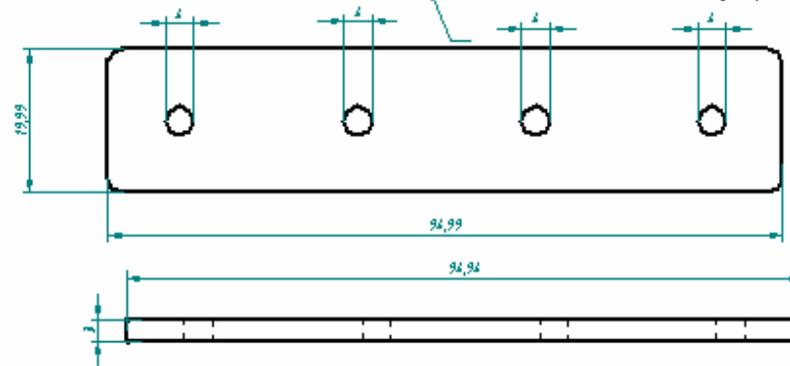


Desenho	Revista	Fecha	SOLID EDGE CAD - PDM - ERP/DR/AT			
Elaborado	Jéssica Mendes	14/04/20			Título	
Comprovado						
Aprovado 1						
Aprovado 2						
Todas as dimensões em milímetros angulos em graus tolerâncias ±0,5 p.m.			A3	Plano	Nº	
			Arch No: TAP.A.01			
			Escala	Form	folha 1 de 1	

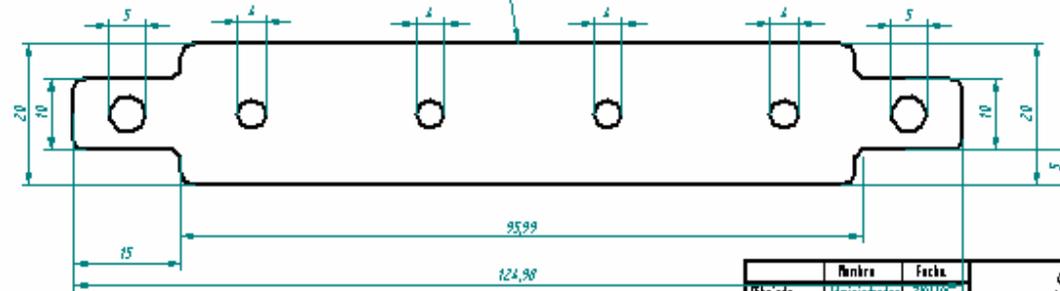
PLANOS EQUIPO MAQUINA GUÍA DE PLASTILINA



SOSTENEDOR BALINERA INFERIOR

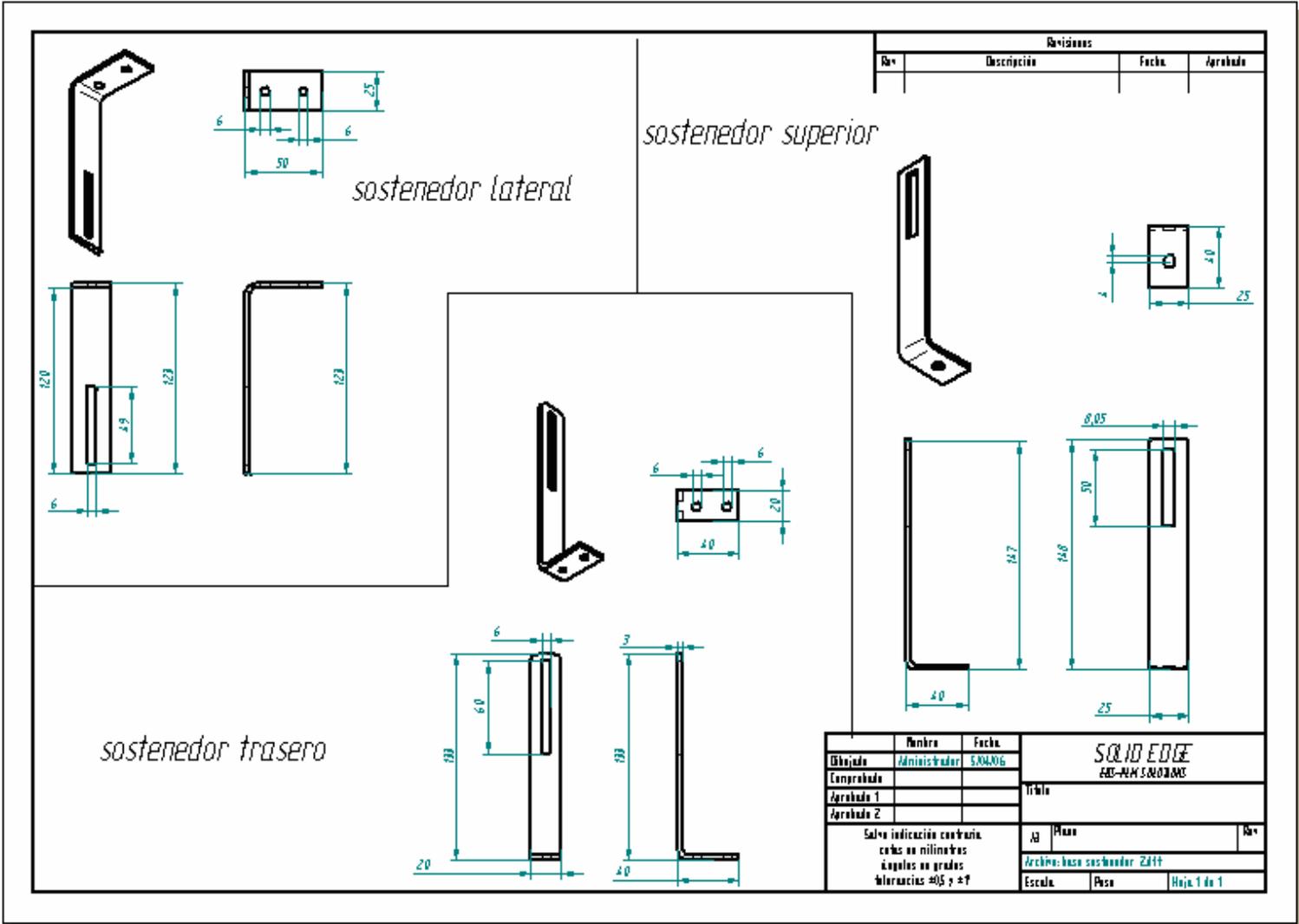


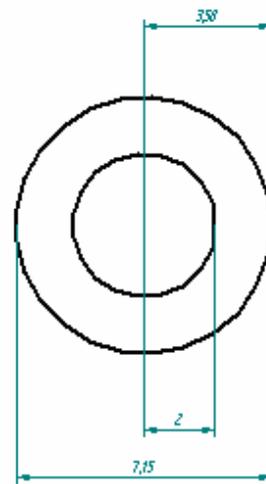
SOSTENEDOR BALINERA SUPERIOR



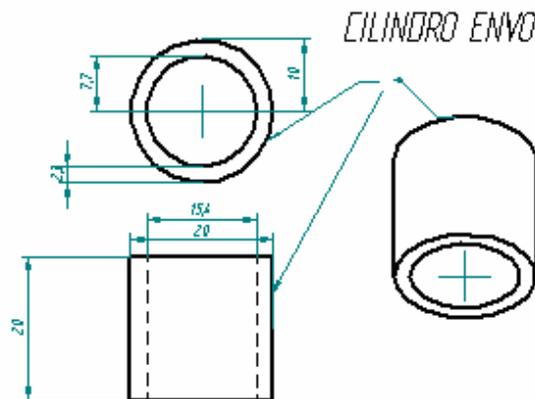
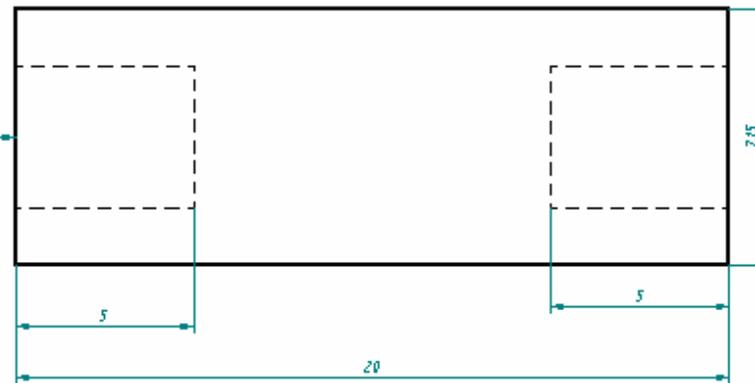
Revisiones			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	SOLID EDGE 64-BIT SOLUTIONS		
Dibujado	2024/06			
Comprobado		Título		
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria, todos en milímetros ángulos en grados tolerancias ± 0.1 y ± 0.2		A3	Plano	Nº
		Archivo: sostenedor.dft Escala: Plano Hoja 1 de 1		





CILINDRO INTERNO



CILINDRO ENVOLVENTE

Revisiones			
Nº	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	SOLID EDGE	
Dibujado: Administrador	2004/06	602-PLM SOLUTIONS	
Comprobado		Título	
Aprobado 1			
Aprobado 2			
Salvo indicación contraria, todos en milímetros Ángulos en grados Tolerancias: ± 0.5 y ± 0.1		Nº	Plano
		Archivo: EJES BALINERA.J11	
		Escala	Plano Hoja 1 de 1