



PROHIBIDA SU COPIA



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DIGITAL DESTINADO A LA
ESTERILIZACIÓN DE MATERIAL QUIRÚRGICO EN EL CENTRO DE SALUD
LORENZO DE ALDANA EN SAN JUAN DE PASTO 2015

CRISTIAN MAURICIO BENAVIDES
JAIME EDUARDO PEREZ

PROHIBIDA SU COPIA

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SAN JUAN DE PASTO
2015



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DIGITAL DESTINADO A LA
ESTERILIZACIÓN DE MATERIAL QUIRÚRGICO EN EL CENTRO DE SALUD
LORENZO DE ALDANA EN SAN JUAN DE PASTO 2015

CRISTIAN MAURICIO BENAVIDES
JAIME EDUARDO PEREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el Título de Ingeniero
Electrónico

Asesor
FREDY GUASMAYAN
Ing. Mecatrónico

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SAN JUAN DE PASTO
2015



NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2015



PROHIBIDA SU COPIA

*A Dios, mis padres, familiares, amigos y
personas que con su apoyo incondicional
contribuyeron para culminar
nuestra carrera Profesional*

Cristian



PROHIBIDA SU COPIA

*A Dios, mis padres, familiares, amigos y
personas que me apoyaron
incondicionalmente
Este triunfo no hubiera sido posible sin
sus bendiciones.*

Jaime



AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en el camino de la sabiduría y estar conmigo en todo momento.

A mis padres, familiares y amigos por brindarme su apoyo incondicional desinteresadamente para alcanzar mis sueños y metas.

Cristian

PROHIBIDA SU COPIA



AGRADECIMIENTOS

A Dios por sus grandes bendiciones en el caminar de mi vida; por permitir terminar mi profesión y llenarme de sabiduría en todo momento.

A mis padres, familiares y amigos por ser mi apoyo en todo momento, mil y mil gracias.

Jaime

PROHIBIDA SU COPIA



CONTENIDO

	Pág.
Presentación del R.A.E	
INTRODUCCIÓN	
1. TITULO	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2.1 DESCRIPCIÓN	18
2.2 FORMULACIÓN	19
2.3 JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GENERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL	24
4.1 MARCO CONTEXTUAL	24
4.2 MARCO LEGAL	25
4.3 MARCO CONCEPTUAL TEORICO	27
4.4 MARCO TECNOLOGICO	39
5. DISEÑO DE ASPECTOS METODOLOGICOS	45
5.1 LINEA DE INVESTIGACION	45
5.2 ENFOQUE	45
5.3 TIPO DE INVESTIGACION	45
5.4 METODO	46
6. DETERMINACION DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO	47
6.1 DETERMINACION DE LA POBLACION	47
6.2 DETERMINACION DE LA MUESTRA	47
6.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION	47
7. ANALISIS DE RESULTADOS	48
7.1 ANALISIS DE ENCUESTAS	48
7.2 ANÁLISIS DE BOSQUEJOS Y PLANOS CON SUS RESPECTIVAS FICHAS TÉCNICAS	68
7.2.1 Sensor de Presión DANFOSS MS 300	68
7.2.2 Sensor de Temperatura PT 100	69
7.2.3 Sensor de nivel de agua	71



7.2.4 Regulador de voltaje A 15 VOLTIOS LM 7815	72
7.2.5 Diodos rectificadores 1N 4007	76
7.2.6 Amplificador operacional LM324	76
7.2.7 Transistor BC 548	76
7.2.8 Optoacoplador MOC 3010	76
7.2.9 Triac BD 26-600	77
7.2.10 PLC, S7-1200 SIEMENS	81
7.2.11 Pantalla HMI KTP 600 BASIC N	84
7.2.12 Resistencia eléctrica de inmersión	85
7.3 ANÁLISIS DE ESCALAS	87
7.4 ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS	88
7.4.1 Circuito PWM, sincronizado con la red eléctrica	88
7.4.2 Circuito de potencia con Triac	93
7.4.3 Circuito de adquisición de señales de temperatura presión y nivel	94
7.5 ANÁLISIS DE CÁLCULOS MATEMÁTICOS	97
7.5.1 Detector de cruce por cero	97
7.5.2 Fuente de corriente continua de 1,2 MA	102
7.5.3 Señal diente de sierra	104
7.5.4 PWM sincronizado con la red eléctrica	105
7.5.5 Circuito potencia de válvulas	107
7.5.6 Circuito sensor de temperatura	109
7.5.7 Circuito sensor de presión	110
7.5.8 Circuito sensor de nivel de agua	114
7.6 PROCESOS DE EXPERIMENTACIÓN	125
7.7 PROCESO DE ARME Y DESARME DE PIEZAS O SISTEMA	150
7.8 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y EJECUCIÓN	156
7.8.1 Prueba de funcionamiento	156
7.8.2 Prueba de estabilidad	157
7.8.3 Ajustes de programación	158
7.8.4 Resultado de la prueba en el tiempo establecido	159
7.8.5 Evaluación Del Sistema	160
7.9 PRESUPUESTO	162
7.10 COSTOS DEL PROYECTO	163

GLOSARIO

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

CIBERGRAFIA

BIBLIOGRAFIA



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Centro de Salud Lorenzo de Aldana	25
Figura 2. Características de la llama	31
Figura 3. Llama directa	31
Figura 4. Glutadina	32
Figura 5. Horno esterilizador de aire caliente	33
Figura 6. Incineraciones	34
Figura 7. Esterilización óxido de etileno	35
Figura 8. Esterilizaciones por método de filtración	36
Figura 9. Autoclave	37
Figura 10. Pinzas Hemostáticas tras 20 ciclos de esterilización	38
Figura 11. Presencia de silicatos en el vapor	38
Figura 12. Humedad existente en el material	39
Figura 13. Comportamiento de bacterias	41
Figura 14. Grafica del comportamiento del funcionamiento de un autoclave	42
Figura 15. Especificaciones técnicas sensor Danfoss ms 300	68
Figura 16. Curva característica PT 100	69
Figura 17. Tabla comportamiento resistivo PT 100	70
Figura 18. Características de respuesta sensor nivel.	71
Figura 19. Regulador de voltaje 7815	72
Figura 20. Características regulador LM 7815	73
Figura 21. Diodo 1N4007	74
Figura 22. Amplificador Operacional LM 324	74
Figura 23. Características técnicas LM324	75
Figura 24. Transistor BC 548 .	76
Figura 25. Optoacoplador MOC 3010	77
Figura 26. TRIAC BTA-26-600.	78
Figura 27. Datos técnicos Triac BTA 26-600	79
Figura 28. PLC S7-1200	81
Figura 29. Características PLC S7-1200	83
Figura 30. Pantalla HMI KTP 600	84
Figura 31. Características técnicas HMI KTP 600	85
Figura 32. Resistencia eléctrica de inmersión	86
Figura 33. Escala 1:1.	87
Figura 34. PWM sincronizado con la red eléctrica	88



Figura 35. Transformador y rectificador tap central	89
Figura 36. Aislamiento señal rectifica con filtro y sin filtro	89
Figura 37. Regulador de tensión LM 7815	90
Figura 38. Fuente de corriente constante a 1,2 mA	90
Figura 39. Señal de tipo diente de sierra	91
Figura 40. Circuito generador de PWM	92
Figura 41. Tarjeta electrónica PWM	93
Figura 42. Circuito potencia con Triac	93
Figura 43. Tarjeta de potencia con Triac	94
Figura 44. Diseño circuito adquisición de datos de los sensores	95
Figura 45. Circuito adquisición datos sensor presión	95
Figura 46. Circuito adquisición datos sensor temperatura.	96
Figura 47. Circuito control nivel de agua	97
Figura 48. Tarjeta adquisición sensores	97
Figura 49. Divisor de Voltaje.	99
Figura 50. Amplificador operacional como comparados	100
Figura 51. Circuito detector de cruce por cero	102
Figura 52. Circuito fuente de corriente de 1.2	102
Figura 53. Generador de diente de sierra	104
Figura 54. Señal diente de sierra.	106
Figura 55. Salida de PWM	106
Figura 56. Circuito PWM sincronizado con la red eléctrica	107
Figura 57. Circuito de control de potencia	108
Figura 58. Sensor de presión Danfoos	111
Figura 59. Conexión típica sensor danfoss	112
Figura 60. Conexión que va hacia PLC	112
Figura 61. Sensor de Nivel	115
Figura 62. Circuito sensor de nivel de agua	115
Figura 63. Estado del equipo en su adquisición	126
Figura 64. Daño en la cometa de las resistencia eléctrica.	127
Figura 65. Desmontaje de los elementos que la componían.	128
Figura 66. Estado de los terminales de la resistencia eléctrica	129
Figura 67. Resistencia eléctrica.	129
Figura 68. Adecuación de los empaques aislantes de siliconado	130
Figura 69. Instalación de la válvula de vacío	131
Figura 70. Válvula instalada correctamente	131
Figura 71. Adquisición del sensor de presión Danfoss.	132
Figura 72. Datos impresos en el sensor Danfoss	132
Figura 73. Instalación de los racores de $\frac{1}{4}$ para luego adecuar el sensor	133



Figura 74. T de ¼ de cobre.	134
Figura 75. Instalación del sensor de presión electrónico y manómetro análogo	134
Figura 76. Realizando pruebas de presión a temperatura ambiente	135
Figura 77. Instalación tubería de cobre	135
Figura 78. Salida de vapor ya condensado por el serpentín	136
Figura 79. Instalación del sensor de temperatura con micro controlador	137
Figura 80. Pruebas del sensor de temperatura	138
Figura 81. Proceso de fabricación del tubo de PVC	139
Figura 82. Verificación del sensor de Presión con respecto a la corriente	140
Figura 83. Impresión a laser circuito PWM	141
Figura 84. Proceso estampado térmico de impreso	142
Figura 85. Baquelita después del tratamiento con ácido férrico	142
Figura 86. Baquelita lista para perforar	143
Figura 87. Broca de 0.5 mm	143
Figura 88. Soldadura de los circuitos en la baquelita	144
Figura 89. Producto final del circuito impreso	144
Figura 90. Tarjeta de PWM sincronizado con la red eléctrica	145
Figura 91. Tarjeta PWM después tratamiento con acido.	145
Figura 92. Tarjeta PWM perforada y soldada	146
Figura 93. Tarjeta PWM, producto final	146
Figura 94. Tarjeta de adquisición de señales de sensores	147
Figura 95. Tarjeta sensores luego tratamiento con acido.	147
Figura 96. Tarjeta sensores terminada	148
Figura 97. Tarjeta de control de válvulas solenoides	148
Figura 98. Tarjeta de control de válvulas solenoides terminada.	149
Figura 99. Proceso arme racores y sensor de presión	150
Figura 100. Arme de válvula de cheque mecánica	151
Figura 101. Arme tubería de cobre y válvulas solenoides	151
Figura 102. Instalaciones de válvulas de agua y vapor	152
Figura 103. Adecuación de las tarjetas electrónicas	153
Figura 104. Instalación de las tarjetas electrónicas	153
Figura 105. Conexión de cableado entre las tarjetas electrónicas y la planta	154
Figura 106. Cableado de la caja principal del circuito	154
Figura 107. Conexión del PLC a los circuitos de la planta	155
Figura 108. Prueba de funcionamiento	156
Figura 109. Prueba de estabilidad	157
Figura 110. Ajustes de programación	159
Figura 111. Resultados prueba de ejecución	159
Figura 112. Evaluación del sistema	160



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas autoclave automatizada y convencional	22
Tabla 2. Datos ubicación proyecto	24
Tabla 3. Área del conocimiento tiene mayor afinidad	48
Tabla 4. Medios de esterilización quirúrgica	49
Tabla 5. Utilidad del autoclave dentro de la esterilización	50
Tabla 6. Autoclave y sus funciones	51
Tabla 7. Utilidad Sensores	52
Tabla 8. Temperatura	53
Tabla 9. Verificación	54
Tabla 10. Control del funcionamiento	55
Tabla 11. Conocimiento sobre presión	56
Tabla 12. Utilización de Controles	57
Tabla 13. Sustancias Utilizadas	58
Tabla 14. Proceso Esterilización del autoclave	59
Tabla 15. Factores de inversiones en la esterilización	60
Tabla 16. Inconvenientes de esterilización	61
Tabla 17. Método Esterilización	62
Tabla 18. Caducidad	63
Tabla 19. Método color húmedo	64
Tabla 20. Esterilización Correcta	65
Tabla 21. Correcto empaquetado	66
Tabla 22. Exterminado de microorganismos	67
Tabla 23. Datos sensor de presión	113



LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Diagrama de flujo	44
Grafica 2. Señal senoidal 120 Vac rms	98
Grafica 3. Salida transformador 12 Vac RMS	98
Grafica 4. Señal salida rectificada	99
Grafica 5. Forma de onda de salida del amplificador operacional	101
Grafica 6. Forma de onda rectificada Azul	101
Grafica 7. Señal de salida de PWM sincronizado con la red eléctrica	107
Grafica 8. Representación función lineal del sensor de temperatura	110
Grafica 9. Función lineal del sensor de presión Danfoss	114

PROHIBIDA SU COPIA



INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de la facultad de ingeniería del departamento de electrónica de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, se encuentran en la capacidad de realizar proyectos encaminados hacia la vanguardia de la tecnología moderna de acuerdo a los diferentes programas con sus conocimientos adquiridos en el centro de formación superior por lo cual hacen realidad las visiones en algo concreto que satisfaga las soluciones a un determinado problema.

Para la prestación de un servicio con eficiencia y calidad dependen de factores como el talento humano, sus conocimientos, los recursos materiales y tecnológicos, aplicados a las instituciones que los necesitan, por lo tanto los estudiantes de ingeniería electrónica pretenden con este proyecto plasmar un sistema electrónico capaz de interactuar con variables físicas que se encuentran en el entorno con el cual se ha desarrollado la parte investigativa y la implementación de este; al estudiar su comportamiento y de esta manera obtener un control dirigido hacia un equipo de esterilización a vapor saturado, enfocado hacia la parte médica.

En los hospitales, centros de salud o cualquier lugar donde se ofrece servicios para la salud, es una herramienta principal para el trabajo, el uso de instrumentos que deben interactuar con el cuerpo de los pacientes, por ende es imprescindible la utilización de equipos capaces de realizar procesos de desinfección y destrucción de microorganismos, denominados esterilizadores, aplicados a estos materiales.

Se plantea como objetivo principal implementar un control digital en una autoclave, destinado a los procesos de esterilización de material quirúrgico, de acuerdo a las diferentes técnicas de esta actividad, existentes a nivel mundial. Para realizar el trabajo de investigación se escogió la denominada esterilización con vapor saturado que comúnmente utiliza equipos llamados autoclaves, que se pretende llevar esta tecnología digital.

Con la automatización del proceso se pretende flexibilizar la tecnología existente al grado que la parte digital cumpla un papel de eficiencia a la hora de poner en marcha los equipos actualizados.



1. TITULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DIGITAL DESTINADO A LA ESTERILIZACIÓN DE MATERIAL QUIRÚRGICO EN EL CENTRO DE SALUD LORENZO DE ALDANA EN SAN JUAN DE PASTO DESDE 2014 - 2015

PROHIBIDA SU COPIA



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN

A finales del siglo IX, Joseph Lister, realizó aportes claves para resolver uno de los grandes problemas que se tenía en los procesos de intervención quirúrgica, la infección en aquellos días de los pacientes que eran sometidos a procedimientos de cirugía, fallecían por causa de las infecciones hospitalarias, tales como la piemia, gangrena, erisipela y otras complicaciones infecciosas.

El problema existente en las instituciones de salud, en materia de contaminación de formas patógenas está estrechamente ligado a la utilización de materiales los cuales no presentan procesos o protocolos de desinfección generando contaminación en el instrumental e infección en los pacientes tratados, desencadenando complicaciones que pueden ser fatales para los mismos.

A nivel internacional se han realizado estudios referentes a como se realiza un protocolo de esterilización efectivo entre los cuales existen diferentes tipos entre estos se tiene, mediante agentes físicos, como lo es el calor, el vapor saturado, el aire caliente, y la luz ultravioleta como medio de radiación.

También se obtiene la esterilización mediante la aplicación de medios químicos entre estos están, óxido de etileno, y los no gaseosos como aldehídos, ácido peracético, y peróxido de hidrógeno. Sobre la técnica de esterilización por medio de calentamiento de aire húmedo, el cual es la técnica a tratar en los siguientes apartados, hace referencia a obtener presiones de una a tres atmósferas, de compresión, dentro de un autoclave la cual por calentamiento que realizarán unas resistencias eléctricas que llevarán a un punto de ebullición una cierta cantidad de agua, produciendo vapor saturado, ideal para realizar un proceso de eliminación de todo tipo de microorganismos patógenos que se requieran tratar.

A nivel nacional de acuerdo a la complejidad de instituciones de salud y especialidad ya sea a nivel público o privado se utilizan diferentes tipos de tratamiento para la inactivación de seres a nivel micro, perjudiciales para la salud, como los mencionados anteriormente, por otra parte el proceso adquisitivo de los equipos de esterilización puede estar viciado por los condicionamientos que el fabricante impone en estos, como las especificaciones eléctricas y mecánicas, que son normales dentro de las regiones de origen pero no así en los países donde entran a funcionamiento como lo es el tercer mundo, causando así elevados costos para su respectiva consecución y puesta en marcha.

A nivel de la ciudad de San Juan de Pasto, para la compra de sistemas de desinfección microbiana se tiene más en cuenta el valor económico que su calidad y eficiencia. La falta de capacitación de los operadores y personal de



mantenimiento conllevan a la posibilidad de errores operativos en el procesamiento del material y la ocurrencia de accidentes laborales. Una insuficiencia en la garantía de suministros o de repuesto y asesoría técnica acarrea a la parálisis parcial o total de funcionamiento del equipo, también se puede decir que no existe una planeación del área física destinada a los equipos de esterilización. Con este tipo de artefactos es que se trabajara para colocar en óptimas condiciones su funcionamiento, pretendiendo diseñar un circuito electrónico capaz de suplir las necesidades a unos bajos costos y con garantía de un correcto y estricto funcionamiento destinado para el fin, en este caso para la destrucción de cualesquier forma de vida patógena dentro del ámbito de la salud, por otro lado se tiene que la utilización de sistemas electrónicos frente a los dispositivos mecánicos es la respuesta mucho más rápida para mantener los parámetros correspondientes en los procesos y ciclos de esterilización.

2.2 FORMULACIÓN

¿Cómo diseñar e implementar de un control digital destinado a la esterilización de material quirúrgico en el centro de salud Lorenzo de Aldana en San Juan de Pasto, en el año 2013?

2.3 JUSTIFICACIÓN

Las entidades de salud, como hospitales, clínicas, puestos de salud, a diario se ven en la necesidad de prestar sus servicios con eficiencia, calidad y por su puesto en seguridad, pero esta hace referencia al cuidado que se tiene hacia el paciente, su entorno y en general al grupo total que ejercen en dicha entidad.

Siendo más preciso en hablar de control de riesgo se hace referencia en el caso de la utilización de materiales, que son empleados para realizar cualquier tipo de procedimientos, entre estos se encuentran curaciones, menores o complejas, o intervenciones quirúrgicas, donde la parte de asepsia y desinfección es crítica para obtener los resultados que se desean.

Cuando se remite hablar de bioseguridad, sobre los anteriores casos es muy importante comprender como se ejecutan y se manipulan todo tipo de materiales que son utilizados para realizar determinados procedimientos o intervenciones médicas, entre estos se encuentran manipulación de material de apósitos, y metálicos, los cuales pueden ser desechables, o diseñados para proporcionar un trabajo durante un tiempo determinado, entonces es ahí donde interviene mantener una seguridad en la utilización de estos diferentes tipos de materiales, por tal razón deben ser sometidos a procesos físicos o químicos de acuerdo a su estructura y así obtener un material libre de microorganismo, para poder volver a manipularlos de acuerdo a su determinado trabajo que fueron diseñados. Entre estos materiales se encuentran todo lo relacionado como gasas vendas, ropa,



etc., y en la parte de instrumentación se hace referencia a elementos que son contruidos a bases de metales como lo son el acero inoxidable.

Para cuando se realiza cualquier tipo de intervención médica estos materiales deben ser lavados y tratados para una inmunización biológica parte más crítica, ya que depende que si existe una buena desinfección total, se garantiza que no ocurra o se genere cualquier tipo de contaminación, que pueda dañar el procedimiento o el que se esté realizando sino también la muerte de paciente con el cual se utilizó dichos materiales.

Los autoclaves existentes y análogos de acuerdo al tiempo transcurrido desde su fabricación y uso, estos equipos por ser mecánicos, sufren desgaste de sus piezas internas, las cuales proporcionan desfases en su calibración, y en consecuencia producen errores, que a simple vista no son detectados, pero estos tipo de falencias son las causantes de producir cualquier tipo de infección que pueda existir en cualquier tipo de material a tratar. Una esterilización en un tiempo y temperatura y presión cortos no garantiza una correcta desinfección y mortandad de bacterias esporas o microorganismos que producen cualquier tipo de enfermedad.

Con la realización de un circuito netamente electrónico, el cual sea capaz de detectar cualquier cambio en el medio y sus variables, y ser acoplado en los autoclaves, garantiza un funcionamiento más preciso, en los términos de esterilización,

Se puede afirmar que mediante el control de la temperatura durante la acción o trabajo de las resistencias las cuales inyectadas con corriente producen una disipación en forma de calor el cual llevan el agua a su punto de ebullición y por consecuencia producir vapor, el cual en un medio hermético produce una presión, que será controlada durante un tiempo determinado, para así garantizar un buen proceso en una de las etapas de esterilización del material que se desee trabajar.

Por tal razón la utilización de la electrónica en estos equipos da más fiabilidad a la hora de poner en marcha el aparato y lograr el cometido necesitado, el cual es lograr extinguir cualquier tipo de vida patógena que atente con la salud de los pacientes a que son sometidos como el de quien los usa "los materiales"

Para el diseño de un circuito biomédico capaz de realizar todo lo que se necesite es fundamental tener conocimientos en el tema, tanto de la parte médica y primordialmente en la parte electrónica, esto gracias a la formación académica recibida durante el proceso de aprendizaje y así poder llevar a cabo dicho proyecto.

La consecución de los sensores los cuales son parte fundamental para el propósito no se encuentran en el mercado regional, por tal razón se ve en la



necesidad de investigar los proveedores a nivel nacional, ya que lo que se necesita corresponde a materiales que son utilizados en las grandes industrias, y tienen unos costos elevados pero que no son desorbitados para la elaboración del proyecto.

Existe un interés el cual es desarrollo de un aparato que cumpla con todas las exigencias que por obligación se deben llevar de acuerdo a los protocolos establecidos para llevar a buen término los procesos de asepsia y desinfección de cualquier tipo microorganismo patógeno para la salud.

Por parte de la investigación que se realiza, es motivante observar que hasta la fecha no hay entidades en la parte pública y privada que trate de los temas sobre este proyecto de tecnificación que se realizara. Únicamente la institución de formación universitaria Autónoma de Nariño, que con el apoyo académico y formación profesional que induce, se es capaz de afrontar el reto.

Socialmente y en especial en el sector de la salud, miran con agrado la incursión sobre temas relacionados con la tecnología, y ser pioneros para que más adelante personas con mejores y modernos conocimientos se inclinen por nuevos proyectos de este tipo.

Con la implementación de un circuito capaz de valorar y controlar las variables físicas como la presión y temperatura, se podrá instalarlo en cualquier artefacto que necesite este tipo de control, sin importar marca o tecnología. Ya que existen equipos muy costosos los cuales por falta de una representación de repuestos no se encuentran en funcionamiento y es así con el nuevo circuito suplir con las necesidades y poner de nuevo en marcha aparatos con este tipo de fallencias.

Se tiene en cuenta algunos limitantes, para el desarrollo del proyecto, unos de los cuales es obtener más conocimientos externos, como lo sería realizar prácticas fuera de la institución en el área de la biomedicina.

Los sensores en la región son difíciles de adquirirlos, los cuales llevan a explorar nuevos comercios tecnológicos en otras ciudades del país.

En la parte económica la manipulación de sensores es muy delicada ya que por malos e inadecuados montajes puedes sufrir desperfectos, los cuales conllevan a realizar gastos extras, y llegar a un déficit monetario, en la elaboración del proyecto.

Cabe resaltar la utilización del laboratorio de automatización electrónica existente en las instalaciones de la Corporación Autónoma de Nariño, el cual facilita el desarrollo pruebas y montaje del proyecto a realizar



Tabla de ventaja y desventajas sobre el diseño e implementación de un control digital destinado a la esterilización de material quirúrgico en el centro de salud Lorenzo de Aldana en san juan de pasto, con respecto a controles análogos que vienen incorporados en los equipos de esterilización.

Tabla 1. ventajas y desventajas autoclave automatizada y convencional

Ventajas	Desventajas
El control es compatible para cualquier tipo de autoclave, de vapor comprimido con similares comportamientos.	El no reconocimiento como las que tiene otras marcas a nivel nacional e internacional
Fácil operación	En la parte mecánica, del aparato son pocos los conocimientos obtenidos.
Controla variables físicas con precisión	No presenta bomba de vacío
Fácil programación	Los elementos mecánicos que conforman el aparato son de segunda mano.
Fácil operación de manejo	No se puede esterilizar líquidos ni tampoco elementos sensibles a la temperatura o que puedan sufrir daños por óxido
Materiales a tratar como ropa apósitos y elementos fabricados en acero inoxidable	

Fuente: Esta Investigación



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN CONTROL DIGITAL, DESTINADO A LA ESTERILIZACIÓN DE MATERIAL QUIRÚRGICO EN EL CENTRO DE SALUD LORENZO DE ALDANA EN SAN JUAN DE PASTO, EN EL AÑO 2013

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Revisar y clasificar las diferentes teorías que argumenten y describan los procesos de esterilización

Identificar los modelos matemáticos que rigen el funcionamiento de las variables continuas y el control en el sistema digital para lograr su comprensión e interpretación en el mundo de las ciencias exactas

Diseñar un software con su respectivo periférico para realizar un seguimiento en el desempeño y comportamiento en el equipo de esterilización

Diseñar e implementar un circuito electrónico el cual realizara el proceso de control en la parte de esterilización, el manejo de señales adoptadas como la presión, temperatura y tiempo los cuales son factores críticos para el proceso de eliminación de cualquier forma de vida patógena en una autoclave.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

Realizando una investigación sobre los cambios tanto culturales como lo referente en la búsqueda de una moderna industrialización abarcando temas no solo de esta rama sino con lo relacionado al efecto a la erudición, se presenta a continuación uno memorables argumentos que reflejan la evolución de las sociedades y entes que la componen.

La ubicación geográfica de la ciudad de San Juan de Pasto, donde se realizara el proyecto de grados es la siguiente:

Está situado en el extremo suroeste del país, en la frontera con la Republica del Ecuador; localizado entre los 00°31'08" y 02°41'08" en latitud norte, y los 76°51'19" y 79°01'34" de longitud. Limita al norte con el departamento del Cauca, por el este con el departamento del Putumayo, por el sur con la república del Ecuador, y por el oeste con el océano pacífico¹

De acuerdo a las anteriores coordenadas es importante establecer exactamente la ubicación geográfica de la ciudad de Pasto, ya que es muy importante determinar el lugar donde se realiza el proyecto enfocado a las personas que no tienen el conocimiento donde se encuentra ubicado.

Otros datos importantes del municipio de Pasto son:

Tabla 2 datos ubicación proyecto

País	Colombia
Departamento	Nariño
Región	Andina
NIT	8912800003
Código DANE	52001
Ubicación	Latitud 1°12'52.48" N Longitud 77°16'41.22" O
Temperatura	12 °C
Altitud	2527 msnm
Superficie	1181 km ²

Fuente: Alcaldía de Pasto

http://www.pasto.gov.co/index.php?option=com_contet&view=article&id=60&Itemid=61

¹ Tomado de Diseño y construcción de un prototipo de maquina automatizada para lavado, pelado, corte y fritura de papas en hojuelas en la corporación Universitaria Autónoma de Nariño municipio de Pasto 2013, Juan Guillermo Chinchajo Merchancano, Francisco tomas Rodríguez Sambrano

el lugar donde se realizara el proyecto de grado, en este caso: Diseño e implementación de un control digital destinado a la esterilización de material quirúrgico en el centro de salud Lorenzo de Aldana en San Juan de Pasto, será en el Barrio Lorenzo, el cual presenta unas coordenadas geográficas la cuales son: 77°15'54,57 O, 1°11'43,03" N Y es en este sector que queda ubicado el puesto de salud denominado Centro de Salud Lorenzo de Aldana, la cual presenta las siguientes coordenadas geográficas, 1°11'53,08" N y 77°15'15,03" O, y limita al oriente con la carrea 2B, al Norte con el Coliseo de los Sur Orientales, y al sur con la calle 18ª y al occidente con la carrea 1B".²

Figura 1 Centro de Salud Lorenzo de Aldana



Fuente: Esta investigación.

4.2 MARCO LEGAL

De acuerdo a los servicios que se prestan hacia terceros, con o sin ánimo de lucro, especialmente orientado hacia la salud, especialmente en la parte de esterilización y asepsia, se deber seguir de acuerdo a unas leyes y decretos, los cuales se menciona a continuación.

Artículo 245 de Ley 100 de 1993. “Crea el INVIMA con el objeto de ejecutar políticas en materia de vigilancia sanitaria y de control de calidad y seguridad de medicamentos, productos biológicos, alimentos, bebidas, cosméticos, dispositivos y elementos medico quirúrgicos odontológicos, productos naturales homeopáticos y los generados por biotecnología, reactivos de diagnósticos, y otros que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva”³. El invima es el organismo el cual vigila, controla y reglamenta la calidad de todos los productos biológicos, como también alimentos y dispositivos médico, etc., que sean consumibles o sirvan de herramienta y que no atenten ante la salud pública.

45.611 RESOLUCION 02183 09/07/2004 en los artículos 173 de la ley 100 de 1993, del Ministerio de Salud Pública “Por la cual se adopta el Manual de

²Utilización de Google Earth. Por parte del investigador. Día 20.10:30pm.abril.2013

³ OTALVARO Sifuentes Elkin Hernán. Fuente: (on line)

[http://www.oas.org/es/sla/rcss/Capacitaciones/Segunda%20Edicion/Presentaciones/Colombia%20-%20INVIMA%20\(Ot%C3%A1lvaro\).pdf](http://www.oas.org/es/sla/rcss/Capacitaciones/Segunda%20Edicion/Presentaciones/Colombia%20-%20INVIMA%20(Ot%C3%A1lvaro).pdf). Día 25.05:29 pm. Mayo 2014.



Buenas Prácticas de Esterilización para Prestadores de Servicios de Salud”.⁴ Para todo lo que tenga que ver con la salud del pueblo y sus características deben estar ligados de unos decretos y leyes que deben cumplirse, en este caso el ente encargado para tal motivo es el ministerio de salud pública de Colombia.

Artículo 47 del Decreto 205 de 2003, de la ley 790 de 2002 “establece que todas las referencias legales vigentes a los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud deben entenderse referidas al Ministerio de la Protección Social”.⁵ La constitución política hace valer los derechos de los ciudadanos, sin importar la condición en la que se encuentre, y refiriéndose hacia la Seguridad Social y de Salud hay quien escucha y determina hacer cumplir la ley, en este caso particular es el Ministerio de la Protección Social.

“Artículo 1° de la ley 100 de 1993. “Establecer el Manual de Buenas Practicas de Esterilización para los Prestadores de Servicios de Salud, que se encuentra contenido en el documento técnico que hace parte integral de la presente resolución, como una herramienta fundamental del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud”.⁶ Se realiza un manual sobre las prácticas de esterilización fundamentando todos los pasos y protocolos que se deben regir para la buena prestación del servicio de la salud, el cual es obligatorio tenerlo y ser comprendido.

Parágrafo “los prestadores de servicios de salud podrán adoptar este u otro Manual de Buenas Prácticas de Esterilización, siempre y cuando el manual que se adopte tenga evidencia científica que pruebe su efectividad.”⁷ Cualquier entidad que sea prestadora de salud debe tener el manual que ministerio de seguridad social presente, pero pueden estas mismas presentar otro tipo o formato de manual con otras características, pero con la condición de que cumplan con una prueba o evidencia científica que certifique que lo que este consignado y lo que se realiza sea comprobado.

Artículo 2° de la ley 100 de 1993. “El Manual de Buenas Practicas de Esterilización que se establece mediante la presente resolución, se constituye en una herramienta indispensable para el desarrollo de los proceso y actividades de las centrales de Esterilización”.⁸ Todo lo que tenga que ver con servicios de prestación de la salud, debe tener el manual que exige la ley para que lleve a cabo al pie de la letra las actividades y normas sobre lo referente a procesos de asepsia y esterilización.

⁴ Diario Oficial_46.611.Ministerio de Salud Pública. 2004

⁵ Ibíd.

⁶ Ibíd.

⁷ Ibíd.

⁸ Ibíd.



Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional. “Es la base principal de la funciones y las competencias asignadas actualmente al INVIMA, relacionadas con las medidas sanitarias de alimentos medicamentos, cosméticos, y similares, de suministro de agua para el consumo humano y la expedición de las licencias sanitarias entre otras.”⁹ Todo lo que tenga que ver con productos o procesos consumibles donde las características sanitarias sean importantes, el INVIMA es el ente encargado de regularlas y adjudicar las licencias correspondiente.

Artículo 6 de la ley 1480. “Nuevo estatuto del consumidor de Colombia establece respecto a calidad, idoneidad y seguridad de los productos que todo productor debe asegurar la idoneidad y seguridad de los bienes y servicios que ofrezca o ponga en el mercado así como la calidad ofrecida. En ningún caso estas podrán ser inferiores o contravenir lo provisto en reglamentos técnicos y medidas sanitarias o fitosanitarias”¹⁰ es importante que todos los productos que sean expuestos al mercado deben cumplir con unas normas básicas las cuales sean de calidad y no pongan en riesgo la vida de quien lo manipule claro que sin tomar los riesgos y la seguridad que el fabricante indique en su manual.

4.3 MARCO CONCEPTUAL TEORICO.

Asepsia. “Es la exclusión continuada de microorganismos contaminantes”.¹¹ En salud es muy importante la utilización de este término, que hace referencia a la eliminación de un medio o material de cualquier microorganismo patógeno perjudicial para la salud.

Autoclave. “*Recipiente* herméticamente cerrado que se emplea para destruir gérmenes mediante el vapor a presión y permite elevar la temperatura del agua por encima de los 100 C”¹² para la destrucción de formas de vida microscópica que son perjudiciales para la salud, se la realiza por medio de elevar la temperatura y a partir de agua formar vapor a presión, y este proceso se debe realizarlo en un receptáculo que cumpla con dichas características llamado autoclave.

Centro de salud. “Es el establecimiento del Primer Nivel de Atención de Salud y de complejidad, orientado a brindar una atención integral de salud, en sus componentes de: Promoción, Prevención y Recuperación”¹³ en todas las regiones de Colombia existen estas entidades, los cuales mediante sus dotaciones técnicas

⁹OTALVARO Sifuentes Elkin Hernán. Fuente en: (on line)
[http://www.oas.org/es/sla/rcss/Capacitaciones/Segunda%20Edicion/Presentaciones/Colombia%20-%20INVIMA%20\(Ot%C3%A1lvaro\).pdf](http://www.oas.org/es/sla/rcss/Capacitaciones/Segunda%20Edicion/Presentaciones/Colombia%20-%20INVIMA%20(Ot%C3%A1lvaro).pdf). Día 25.05:29 pm. Mayo 2014.

¹⁰ Ibíd.

¹¹ TEMARIO Fuente en <http://www.biologia.edu.ar/microind/esterilizaci%C3%B3n.htm>

¹² The free dictionary Fuente en <http://es.thefreedictionary.com/autoclave>

¹³ NORMAS TECNICAS Fuente en <http://es.scribd.com/doc/34564077/CENTROS-DE-SALUD>



y de personal idóneo en el tratamiento de enfermedades o todo lo relacionado con el bienestar del cuerpo humano, ofrecen sus servicios hacia la comunidad.

Esterilización. “eliminación de toda forma de vida de un medio o material, lo que se lleva a cabo generalmente por medios físicos, por ejemplo, filtración, o por muerte de los organismos por calor, productos químicos u otra vía”¹⁴ cuando se habla de esterilización, en este caso se define que es la forma de cómo se elimina cualquier forma de vida, la cual puede ser de un material, o un medio, y por consecuencia existen diferentes formas para realizarlo, como la utilización de calor, reacciones químicas y utilización de radiación.

Patógeno. “toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedad o daño en la biología de un huésped “humano, animal, vegetal, etc. La capacidad patógena de un microorganismo depende de diversos factores, que incluyen: dosis infectante de un microorganismo, la puerta de entrada a el organismo y especialmente la susceptibilidad del huésped.”¹⁵ Toda aquella existencia perceptible, capaz de producir un daño o una enfermedad hacia un ser viviente, dependiendo del medio y la fortaleza que su entorno que lo rodea generalmente presentado como virus o bacterias

PLC “Un PLC o Automata Programable posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar.”¹⁶ Hoy en día es uso de PLC, es muy común en la industria y no es una tecnología moderna sino que viene más de 40 años desde su inicio, capaz de trabajar en ambientes donde los ruidos generados en la red eléctrica son perjudiciales en un sistema electrónico los cuales no tengan tratamientos para este tipo de efecto, lo contrario con los PLC, los cuales son robustos y pueden trabajar en este tipo de entornos.

MICRO CONTROLADOR (PIC). “Programmable Integrated Circuits, Circuitos integrados programables, son micro controladores, es decir, una unidad que posee en su interior al microprocesador y a los elementos indispensables para que pueda funcionar como una minicomputadora en un solo chip”¹⁷ los pic son circuitos integrados, que mediante una programación previa, cumplen con determinadas funciones que el programador les asigne, son de gran utilidad en la

¹⁴ TEMARIO Fuente en <http://www.biologia.edu.ar/microind/esterilizaci%C3%B3n.htm>

¹⁵ ESPINOSA ROMAN Víctor Hugo, Patógenos Humanos, Fuente en http://www.infectologiapediatria.com/attachments/Patgenos_humanos.pdf

¹⁶ FI-UNLP Instrumentación y Comunicaciones Industriales (on line) Fuente en <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/ApuntePLC.pdf> 6 pm. 24 de mayo del 2014

¹⁷ LOS CIRCUITOS INTEGRADOS PROGRAMABLES Fuente en <http://melca.com.ar/archivos/Libro%20Todo%20Sobre%20PIC/Capitulo%201.pdf>



electrónica ya que en un encapsulado muy microscópico se integra elementos que desempeñan la función de una computadora.

Presión atmosférica. “La presión atmosférica se debe al peso del aire sobre un cierto punto de la superficie terrestre por lo tanto, es lógico suponer que cuanto más alto esté el punto, tanto menor será la presión, ya que también es menor la cantidad de aire que hay por encima”¹⁸ el planeta tierra está cubierta por una capa atmosférica, la cual evita que el aire salga al espacio, de acuerdo a la altura donde se encuentre un punto, se puede medir el peso, en este caso lo referente a la atmósfera, si se encuentra a nivel del mar la presión será más elevada ya que todo ese volumen se concentra en mayor cantidad en ese punto, por lo contrario en una posición mayor elevada del nivel del mar la presión atmosférica será menor.

Resistencia eléctrica. “En un conductor circula electricidad, parte de la energía cinética de los electrones se transforman en calor debido al choque que se sufren los electrones con las moléculas del conductor por el que circulan elevando la temperatura del mismo; este efecto es conocido como efecto Joule”¹⁹ cuando circula corriente por un conductor, se produce una energía que se convierte en calor y es proporcional al potencial de la fuente que se lo suministra, por tal motivo se puede controlar la cantidad de calor que una resistencia pueda manejar.

Sensor de Temperatura RTD. “Resistive Temperature Detector. Detector Resistivo de Temperatura. Son sensores de temperatura cuyo principio físico se basa en la resistividad de los metales, es decir, en variación de la resistencia de un conductor con la temperatura”²⁰ son utilizados mucho para el control de esta variable física, su principio se basa cuando exista una variación o un delta de temperatura, internamente los iones vibran con mayor amplitud, impidiendo el paso de corriente, y esta su vez será leída por un transductor el cual convertirá en otro tipo de magnitud eléctrica.

Sensor de presión. “Los sensores de presión o transductores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica que será la que emplearemos en los equipos de automatización o adquisición estándar.”²¹ La utilización de sensores es muy importante en la industria, ya que se pueden medir variables a tratar, ya que estos reciben información física análoga y la convierten en magnitudes eléctricas, las

¹⁸ DINAMICA ATMOSFERICA Fuente

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esobiologia/1quincena5/1q5_contenidos_3f.htm

¹⁹ LECCION 10. HORNOS DE RESISTENCIAS Fuente

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion2.Hornos.RESISTENCIAS.2006.pdf>

²⁰ INGENIATIC Fuente <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/588-sensores-de-temperatura-rtd>

²¹ SENSING Fuente http://www.sensing.es/Transductores_de_presion_Cm.htm



cuales son más fáciles de medir de acuerdo al circuito eléctrico diseñado para este fin.

Temperatura. “Es la medida de la energía térmica de una sustancia. Se mide con un termómetro. Las escalas más empleadas para medir esta magnitud son la Escala Celsius (o centígrada) y la Escala Kelvin. 1°C es lo mismo que 1 K , la única diferencia es que el 0 en la escala Kelvin está a $- 273^{\circ}\text{C}$.”²² es un tipo de referencia o una medida, que se realiza a cualquier material u objeto en el que puede haber un diferencial de energía térmica, y las magnitudes de referencia pueden ser en grados Kelvin, Celsius o Fahrenheit.

Válvulas de Presión. “Son utilizadas para Limitar la presión máxima de un sistema”²³ En un autoclave es muy importante el uso de válvulas de presión, ya que la función que cumplen en un aparato de estos es muy importante, porque son las encargadas de mantener una presión constante, y evita accidentes que pueden ser fatales para el personal que las controla como en el equipo donde están instaladas.

La esterilización es un proceso utilizado en la parte farmacéutica, el cual consiste en eliminar cualquier forma de vida microscópica que sea letal para el ser humano o producir enfermedades o infecciones la cuales pueden ser de una complejidad de difícil tratamiento y hasta veces de cura, como por ejemplo hepatitis y sida, entre otras, para lograr una desintegración total o parcial de estos agentes patógenos expuestos hacia la integridad humana existen diferentes tipos o procesos para llegar al cometido, entre estos se tiene: mediante agentes físicos, agentes mecánicos, agentes químicos.

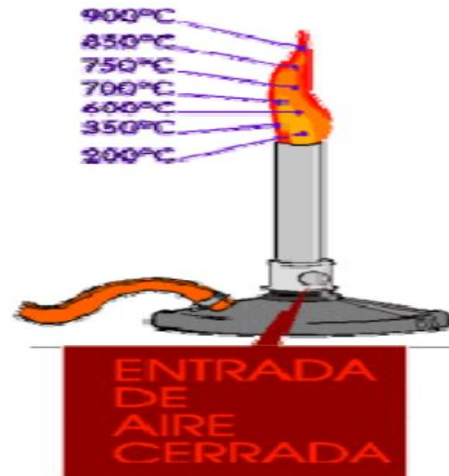
Cuando se habla de teorías de esterilización se puede decir las siguientes, de acuerdo a su nivel histórico y evolución como lo es: “Cuando se produce la combustión de inflamable en una atmosfera rica en oxígeno, se observa una emisión de luz, que puede llegar a ser intensa denominada llama o flama. La llama es provocada por la emisión de energía de los átomos de algunas partículas que se encuentran en los gases de la combustión, al ser excitados por el intenso calor generado en este tipo de reacciones”.²⁴ La llama fue un método de esterilización utilizada, el cual gracias a sus características físicas provoca destrucción de cualquier tipo de materia que sea puesta en contacto. En la figura 3 indica los diferentes tipos de temperaturas que produce la llama.

²² UNIDAD DIDACTICA 3 Fuente http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema3/

²³ VALVULAS DE PRESION Fuente <http://www.hidranaven.com/pdf/presion.pdf>

²⁴ SANCHEZ Andrés Fuente (online) <http://tenttiarkisto.fi/media/exams/6798.pdf>. 4:30 pm. 5-Mayo-2014

Figura. 2 Características de la llama



Fuente <http://tenttiarkisto.fi/media/exams/6798.pdf>

Figura 3 LLAMA directa



Fuente http://q1iemsmariana.blogspot.com/2010_11_01_archive.html

La llama directa consiste en aplicar una llama hacia el elemento o material que se quiera desinfectar el tiempo y la temperatura dependen de la estructura física donde se aplica este procedimiento, en la figura 4 muestra a continuación esta técnica. Por otra parte una técnica también utilizada es la de sustancias antisépticas como lo son las soluciones de Glutaraldehido, “su fórmula química es $C_5H_8O_2$, los cuales sus propiedades físico-químicas altera la síntesis de DNA, RNA y proteínas. La célula es incapaz de llevar a cabo sus funciones esenciales, causa también interrupción de la pared de esporas e inhibe la esporulación y

germinación”²⁵ esta técnica de desinfección tiene como objetivo principal la destrucción de celular a nivel nuclear.

Las aplicaciones de la utilización de los Glutaraldehido “es aplicable a la desinfección de endoscopios e instrumentos dentales, solución acuosa de Glutaraldehido al 2% a pH 8. Las soluciones son ligeramente acidas y deben alcalinizarse con bicarbonato sódico al 0.3% para activarlas. La inmersión de endoscopios flexibles en solución de Glutaraldehido al 2% durante 20 minutos a 20 grados centígrados después de su limpieza a fondo se considera el patrón de desinfección en endoscopia digestiva.²⁶ ” Esta sustancia debe ser preparada de acuerdo a los requerimientos según el material a esterilizar. La utilización de esta técnica es aprobada para los aparatos o equipos donde la esterilización a vapor no es conveniente debido que puede dañar la estructura física del equipo o aparato como también se puede considerar “material de plástico o goma que no es esterilizable por calor: equipo de terapia respiratoria, broncoscopios, cistoscopios artroscopias, conexión de ambu y bolsa de ambu, palas, laringo, nebulizadores”²⁷. Los equipos o materiales como plásticos o gomas de acuerdo a su composición física no es recomendable el uso en autoclaves ya que pueden dañar estos aparatos o equipos que estén formados o hechos por estos materiales. Ver figura

Figura 4 Glutadina



Fuente en <http://www.holandinacolombia.com/products.html>

En la utilización del calor para la destrucción de microorganismos se encuentra otro procedimiento “como su nombre lo indica se transmite a través de un fluido seco caliente (aire). Presenta la desventaja, con respecto al calor húmedo, de que es poco penetrante. El aire húmedo es un conductor más eficiente del calor que el aire seco ya que el coeficiente de transmisión del calor del agua es mayor que el del aire la muerte de microorganismos en este caso se produce por deshidratación y por lo tanto hay que llegar a temperaturas elevadas (160°) durante tiempos altos

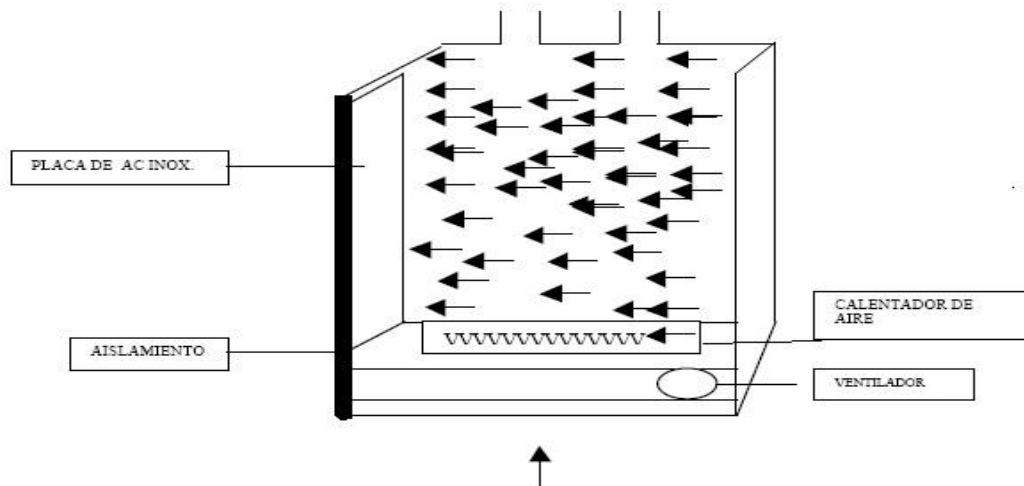
²⁵ SCFARMCIN. Fuente en (on line) <http://www.scfarmclin.org/docs/higiene/part4/4332.pdf> 08-46pm. Mayo-25-2014

²⁶ ibíd.

²⁷ ibíd.

(una hora o más)²⁸ en el proceso de aire caliente se encuentra la utilización de hornos especializados los cuales presentan unas resistencias eléctricas que elevan la temperatura a un promedio de 338 grados Fahrenheit, y un tiempo aproximado de dos horas, en la figura 5 se observa este tipo de aparato.

Figura 5 Horno esterilizador de aire caliente



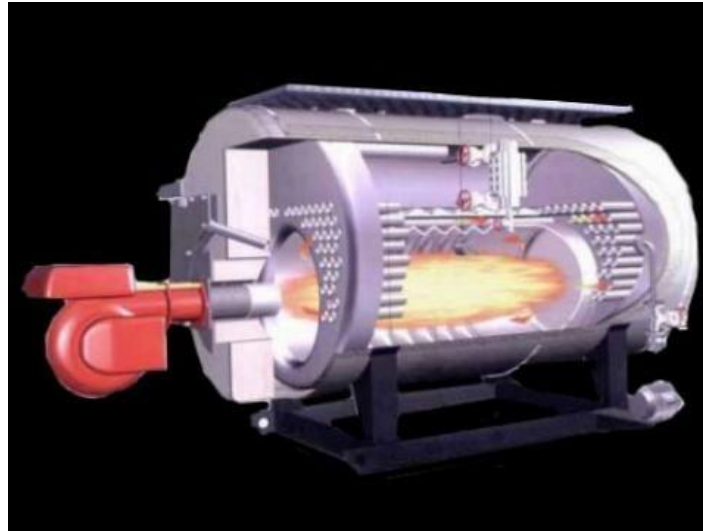
Fuente: <http://cirugiaexperimental.blogspot.com/2011/05/esterilizacionmetodosde.html>

Otro método de esterilización de aire caliente se encuentra el de incineración, “Consiste en someter el material contaminado a altas temperaturas en hornos especiales prácticamente hasta reducirlo a cenizas. Su fin es evitar el vertido de material de alto riesgo en la basura.” Este método se utiliza para una eliminación total de gérmenes o estructuras moleculares de cualquier tipo, la desventaja que el material a tratar es desintegrado a su totalidad reduciendo todo esto solo a cenizas, en la figura 6 muestra un tipo de estos aparatos

²⁸Santambrosio Eduardo. Ortega María. Garibaldi Pablo disponible en (on line)
http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/practicoll.pdf. 9:22 pm.
Mayo 25-2104.



Figura 6 Incineraciones



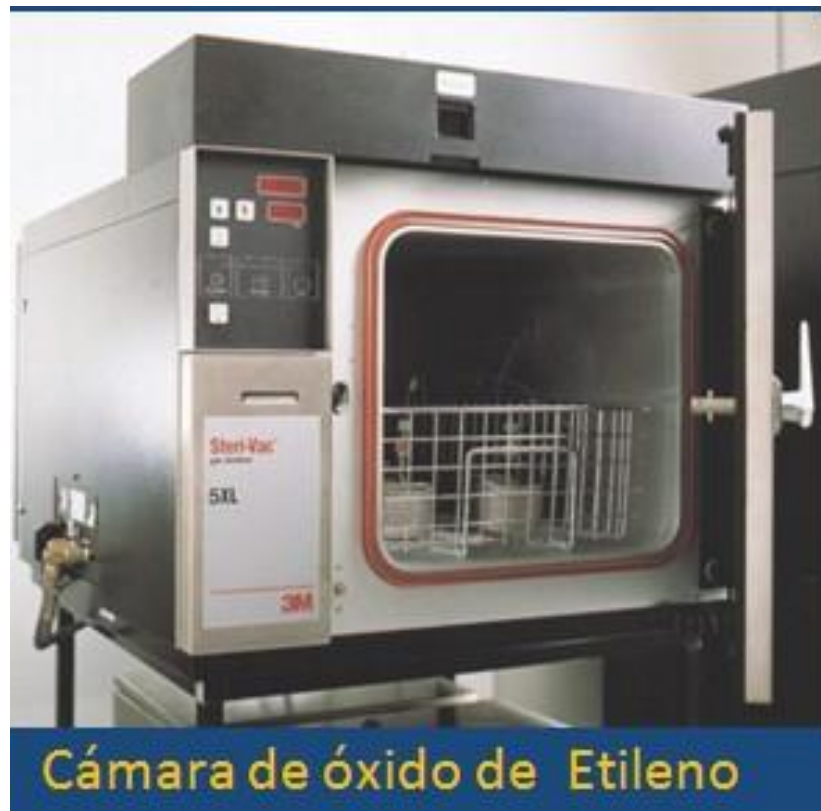
Fuente:<http://www.arqhys.com/construcciones/incineracion-tratamiento-termico.html>

Como agente químico de esterilización se encuentra el óxido de etileno el cual “se presenta en forma gaseosa, mezclada con freón o CO₂. Tiene un tiempo de actuación de 3-8 horas y una presión de 1-2 atm. Mata los gérmenes por alquilación, o sea, sustituyendo un átomo de Hidrogeno por un radical hidroxilo.”²⁹ Esta técnica es muy utilizada cuando el tipo de material a ser tratado según sus características no puede superar temperaturas mayores a 60 grados centígrados, por ejemplo pasticos, gomas sensible, Instrumental óptico, implantes y prótesis, una de las desventajas que es altamente toxico e irritante hacia el personal que trabajo con esta técnica, además que es explosivo, por tal razón debe ser tratado de una forma profesional su técnica. Figura 7 equipo utilizado

²⁹ ESTERILIZACIONMF Fuente (on line).

<http://esterilizacionmf.wikispaces.com/M%C3%A9todos+de+Esterilizaci%C3%B3n>. 04:30 pm.
Octubre 10-2013

Figura 7 Esterilización óxido de etileno



Fuente <http://esterilizacionmf.wikispaces.com/M%C3%A9todos+de+Esterilizaci%C3%B3n>

Como agentes mecánicos en técnica de esterilización se encuentra el método por filtración, “en el cual utilizan membranas filtrantes de determinado tamaño de poro y este depende del uso al que se le va a someter la muestra a ser utilizada. Hay que tener en cuenta que los filtros que se utilizan generalmente en los laboratorios no retienen virus ni micoplasmas”³⁰ los resultados esperados utilizando esta técnica es muy sencilla la cual es el principio de paso de una sustancia a través de un medio físico el cual es encargado de retener partículas que no puedan atravesarlas el tamaño del poro es de 0.005-1 μ , la utilización frecuentemente se encuentra para “esterilización” de aceites, algunos tipos de pomadas, soluciones oftálmicas e intravenosas. Ver figura 8.

³⁰ Ibíd.



Figura. 8 Esterilizaciones por método de filtración



Fuente: http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_ano/biotecnologia/practicoll.pdf

En la utilización de calor húmedo se puede decir “este tipo de calor es más conveniente porque el vapor de agua difunde por osmosis a través de la membrana de los microorganismos produciendo la muerte de los mismos por coagulación de su protoplasma y no por deshidratación como en el caso del calor seco.”³¹ Cuando se habla de calor húmedo hace referencia a la eliminación de microorganismos por medio de la coagulación de sus proteínas celulares ya que ésta, cuando llega a una temperatura mayor a 70 grados centígrados y una presión atmosférica aproximadamente de dos bares, su estructura molecular reacciona destruyendo cualquier forma de vida patógena. En la figura 9 se puede observar la utilización de calor húmedo en una autoclave. Tener en cuenta algunas recomendaciones a la hora de realizar el proceso de esterilización como

³¹ Santambrosio Eduardo. Ortega María. Garibaldi Pablo Fuente (on line)
http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_ano/biotecnologia/practicoll.pdf. 9:22 pm.
Mayo 25-2104.

Figura 9 Autoclave



Fuente:

http://www.dentamerica.asia/html/front/bin/ptdetail.phtml?Part=Products_100&Category=349997

“El vapor utilizado debe ser saturado, sin presencia de aire, debe tratarse de un vapor húmedo, debe ser capaz de transmitir su energía de condensación sobre los materiales a esterilizar, sin partículas extrañas ni gases condensables, para la carga de la recámara debe provenir de agua completamente desmineralizada.”³² Es muy importante tener en cuenta estos aspectos para lograr una esterilización efectiva, ya que con algún inconveniente en el proceso, el producto final será rechazado y no cumplirá con requerimientos que por seguridad de riesgo biológico sea aceptado para la utilización con pacientes en las áreas médicas.

Cuando se realiza el proceso de esterilización de material quirúrgico utilizando agua de mala calidad, puede dañar la estructura del material a tratar, y deficiencia en la inmunización de microorganismos letales o infecciosos. En la figura 10 indica cómo sería un instrumental luego de realizar el proceso de esterilización con vapor saturado.

³² MATACHANA Antonio. Fuente

(online), http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/ServicioAragonesSalud/Documentos/docs2/Areas/Informaci%C3%B3n%20al%20profesional%20del%20SALUD/Calidad/1%20JornadaTrabajoEsterilizaci%C3%B3nSalud/03-3-Taller_3%20%281%29.pdf. 3:58 pm. Junio 6-2014

Figura 10 Pinzas Hemostáticas tras 20 ciclos de esterilización por vapor con agua de mala calidad



Fuente:

http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/ServicioAragonesSalud/Documentos/docs2/Areas/Informaci%C3%B3n%20al%20profesional%20del%20SALUD/Calidad/1%20JornadaTrabajoEsterilizacionSalud/03-3-Taller_3%20%281%29.pdf

Otra causante para el daño de los equipos a ser esterilizados con vapor saturado se encuentra el efecto “piel de serpiente” el cual es provocado por los silicatos en el vapor, en la figura 11 indica este tipo de efecto.

Figura 11 presencia de silicatos en el vapor



Fuente:

http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/ServicioAragonesSalud/Documentos/docs2/Areas/Informaci%C3%B3n%20al%20profesional%20del%20SALUD/Calidad/1%20JornadaTrabajoEsterilizacionSalud/03-3-Taller_3%20%281%29.pdf

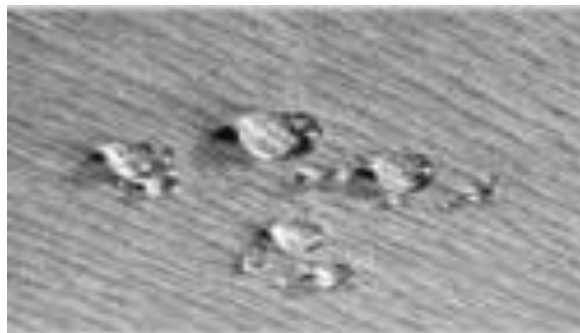
Algunos problemas que se deben tener en cuenta a la hora de trabajar con vapor saturado es el “retraso en el tiempo de condensación del vapor, prolongación de los ciclos. La falta de humedad compromete la letalidad del proceso.”³³ Cuando en el proceso de esterilización no es adecuado, la cantidad de vapor inyectado a

³³ Ibíd.

los elementos a esterilizarse es deficiente produce una mala calidad de mortalidad de los microorganismos a los cuales se desea eliminar.

También cuando el “vapor demasiado húmedo-súper saturado: contiene más cantidad de agua de la que es habitual. Los objetos pueden quedar mojados externamente”.³⁴ Para la ideal esterilización la cantidad de agua para producir vapor debe ser la necesaria para que la transferencia de calor y humedad sea proporcionada para realizar el proceso de coagulación de las proteínas celulares de los microorganismos a eliminar. En la figura 13 se observa humedad existente en los materiales tratados

Figura 12 humedad existente en el material



fuelle:

http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/ServicioAragonesSalud/Documentos/docs2/Areas/Informaci%C3%B3n%20al%20profesional%20del%20SALUD/Calidad/1%20JornadaTrabajoEsterilizaci3nSalud/03-3-Taller_3%20%281%29.pdf.

4.4 MARCO TECNOL3GICO

El proyecto que se realizara está enfocado hacia el control, de variables físicas, como lo son la presi3n y la temperatura, destinadas hacia la esterilizaci3n de material quirúrgico, el aparato, básicamente parte de un autoclave, ya hecho, ya que a sus características de estructura y funcionamiento los cuales son muy delicados a tratar no se opta por fabricar uno de este tipo, este aparato puede que este inactivo o dado de baja, lo importante es tener la estructura física, que sus paredes se encuentren en buen estado, como lo es también la parte de la puerta la cual es muy crítica a la hora de operar el equipo, ya con estas características se prosigue a la adaptaci3n e instalaci3n de sensores que manejan estas variables físicas. También es necesario la adecuaci3n de unas válvulas de seguridad, las cuales cumplen la funci3n de estabilizar la carga de presi3n, y estar listas al

³⁴ ibíd.



activarse cuando exista una falla de control electrónico, con lo cual protege al operario de accidentes fatales, como al equipo en si en su totalidad.

Luego de realizar todas estas adecuaciones se prosigue a la instalación de un software diseñado y especializado para este fin “control esterilización”, el cual contara con parámetros lógicos los cuales manejaran autónomamente el equipo, el cual será programado de acuerdo a las características del material que será expuesto, esto hace referencia a determinar la cantidad de tiempo y por ende a que temperatura se quiere trabajar el equipo, de antemano es importante decir que el autoclave su principio de funcionamiento es el agua que se encuentre dentro de su recamara, la cual no debe ser inferior al área que cubren las resistencias eléctricas, además esta no debe cubrir ningún material que se ha de esterilizar.

Únicamente mediante la utilización de calor y presión saturada (vapor) se puede únicamente la eliminación de microorganismos en material que no sea sensible a las altas temperaturas y la humedad y este último factor es muy importante recalcar ya que a material que no sea netamente acero inoxidable, a largo tiempo puede ser oxidante.

Cuando se realiza el proceso de inactivación de organismos celulares nocivos hacia el ser humano, del material apto para este tipo de proceso, debe estar limpio y si es caso de material acerado debe ser lavado con anticipación y por lo general estar envueltos en papel especial para este trabajo, como también estar fechados con el día y hora que se les hará el proceso.

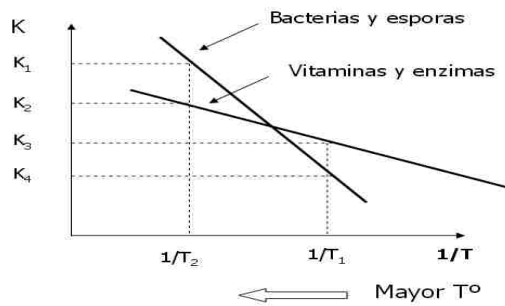
Luego de realizar todos los procesos el aparato mediante la activación de una alarma sonora indicara fin de ciclo, y si el operario necesita información física de cómo fue el comportamiento, podrá ingresar al programa del circuito y solicitar la impresión física, de cómo fue el comportamiento del aparato durante todo el periodo de funcionamiento, y detallando visualmente si hubo caídas de presión y temperatura, las cuales determinaran si fue o no un éxito el proceso de esterilización.

Para aplicar el método utilizando el vapor saturado para muerte o inactivación de microorganismos patógenos para la salud, se toma como referencia al C.b, el cual es el *Clostridium botulinum*, por ser el más peligroso para la salud pública.

Datos del C.b:

La temperatura de referencia para C.b, es de 121.1°C , $F_0=2.52\text{ min}$, y $Z=10^{\circ}\text{C}$ o 18°F , “ARRHENIUS las bacterias se destruyen a mayor velocidad a elevadas temperaturas.” Esta teoría afirma como es el comportamiento de cualquier forma de vida microscópica cuando es inducida a la temperatura. En la siguiente figura Fig. 13, muestra su comportamiento

Figura 13 Comportamiento de bacterias



Fuente

http://www.dentamerica.asia/html/front/bin/ptdetail.phtml?Part=Products_100&Category=349997

Existe un método general mejorado “está basado en el hecho de cada punto de las curvas de calentamiento y enfriamiento, correspondientes a la historia de penetración de calor de un producto, ejerce un efecto letal para el microorganismo contaminante de dicho producto”³⁵ cuando se ejerce la aplicación de calentamiento sobre la temperatura existen puntos en esta variable, lo cual el comportamiento microbiano se ve reflejado en su destrucción o inactivación del lugar o espacio donde se encuentre, para el procedimiento se “requiere la conversión de las temperaturas del producto (registradas en el punto frío) durante su calentamiento y enfriamiento a letalidad y la obtención del valor F_{proc} , correspondiente.”³⁶ Para la obtención de la fórmula se requieren presentar los datos durante el calentamiento y enfriamiento de la temperatura y así relacionarlas con la mortalidad de microorganismos presentes, la ecuación se define:

$$L = 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}}$$

Dónde: L= valor letal o letalidad

T= temperaturas registradas durante el calentamiento y enfriamiento del producto

Tref= Temperatura de referencia

Y el valor F_{proc} (F de proceso) será:

$$F_{proc} = \int_{t=0}^t L * dt = \int_{t=0}^t 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} * dt = \sum_0^t 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} * dt$$

³⁵ Colina Irezabal Ma. Luisa METODOS PARA EL CÁLCULO DEL PROCESAMIENTO TERMICO, Fuente <http://docencia.izt.uam.mx/sgpe/files/users/uami/mlci/metodoscalculoprocesamtermico.pdf>. 05:42 pm. Junio 8-2014

³⁶ Ibíd.

$$F_{proc} = \sum_0^t L * 1 = \sum_0^t 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} * 1$$

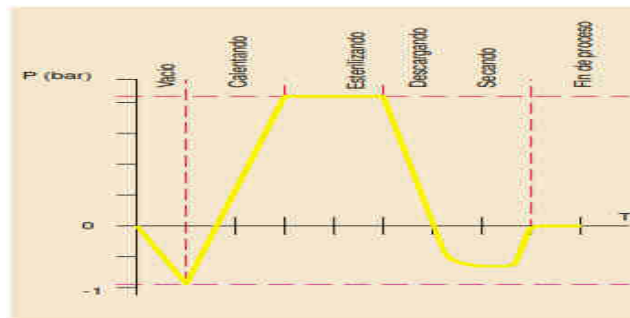
La F_{proc} obtenida en los diferentes tiempos se determinará de la siguiente manera:

F_{proc} (min “n”)= F_T acumulada en el calentamiento hasta el minuto “n”+ F_T acumulado en el enfriamiento.

F_T Puede ser un poco mayor que F_{req} pero nunca menor a esta porque significaría un tratamiento térmico insuficiente con su consecuente riesgo de contaminación.

Donde se debe tener en cuenta las características propias del sistema como lo es su funcionamiento y su comportamiento en siguiente grafico fig.14 se observa el comportamiento grafico de un esterilizador de vapor saturado.

Figura 14 Grafica del comportamiento del funcionamiento de un autoclave



Fuente (on line) file:///C:/Users/Usuario1/Documents/2014-1/Proyecto%20grado/autoclaves%20(1).pdf 06:47 pm junio 8-2014.

Donde las funciones del proceso son

Vacío: hace referencia al “vacío inicial (expulsión del aire de la cámara)³⁷” es donde se realiza la salida del aire que se encuentra dentro de la recámara. Luego se encuentra el llenado “llenado de agua destilada de la cámara de esterilización”³⁸. En este punto la recámara se introduce agua con la propiedad

Que debe ser destilada. El siguiente paso se encuentra; Calentando donde hay “calentamiento y aumento de la presión”³⁹. La recámara llega a su presión y temperatura deseada de acuerdo al material a esterilizar. La siguiente fase es, Descargando la función es “Descarga automática del agua y vapor da la cámara de esterilización,”⁴⁰ Cuando se termina el tiempo programado de esterilización el ciclo de descarga se define como la purga automática de vapor y agua hacia otro

³⁷ TWISTER Medica Fuente (on line) file:///C:/Users/Usuario1/Documents/2014-1/Proyecto%20grado/autoclaves%20(1).pdf 07:47 pm junio 8-2014.

³⁸ Ibíd.

³⁹ Ibíd.

⁴⁰ Ibíd.



recipiente o recámara del autoclave. La etapa correspondiente al Secado es “Secado por vacío y nivelación barica”⁴¹. Donde el material que estaba expuesto a la temperatura y presión deseada, baja a rango normal del ambiente donde se encuentre el equipo. Por último se encuentra la fase de Fin de Proceso “Avisa del fin del ciclo de esterilización”⁴² Aquí es donde si el equipo cumple con todos sus ciclos sin ningún inconveniente su software decidirá si el proceso se cumplió o no a cabalidad.

Los elementos que se necesitan para el desarrollo del proyecto son:

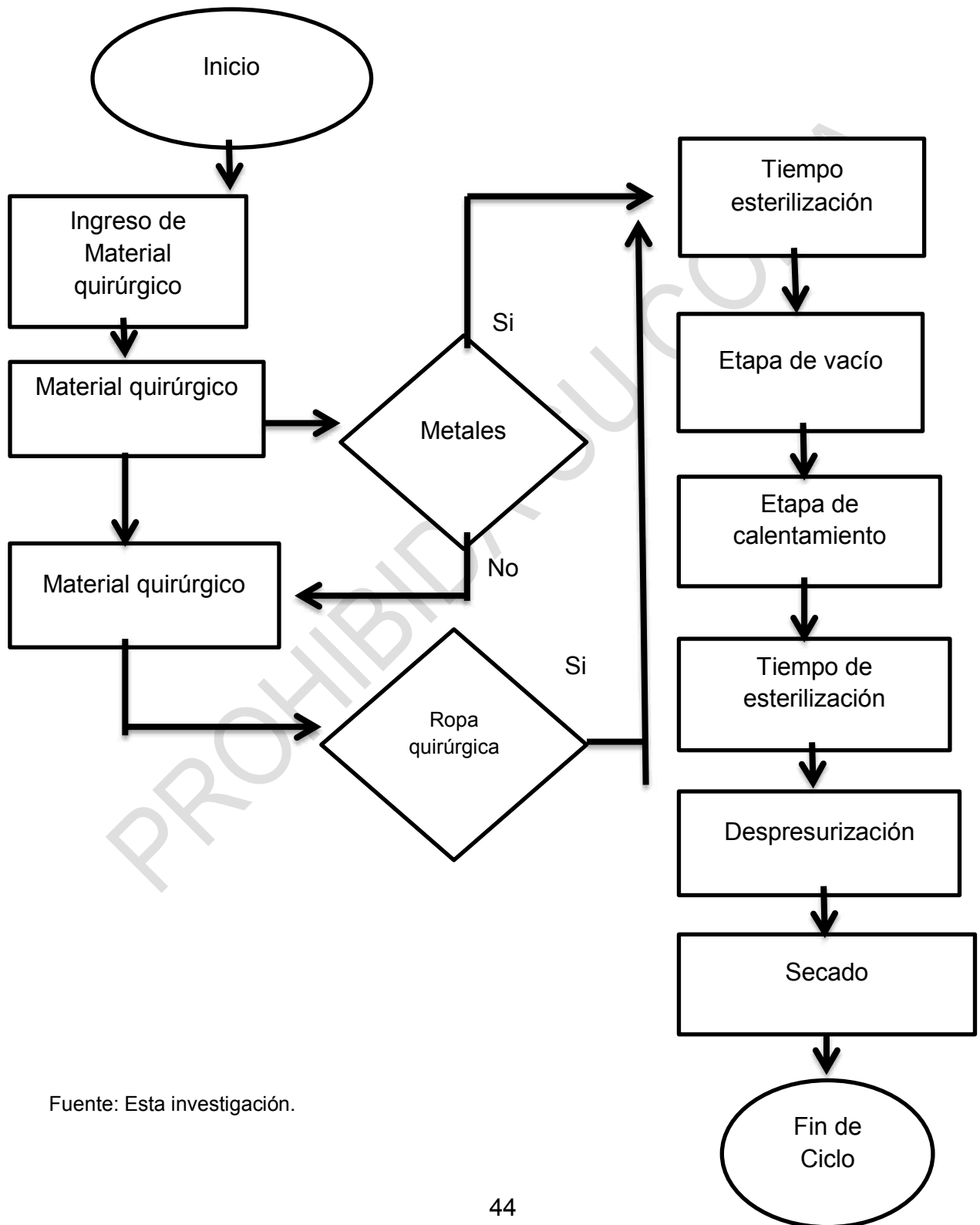
PROHIBIDA SU COPIA

⁴¹ Ibíd.

⁴² Ibíd.

Diagrama de Flujo del proceso de la autoclave

Grafica 1 Diagrama de flujo



Fuente: Esta investigación.



5. DISEÑO DE ASPECTOS METODOLOGICOS

5.1 LINEA DE INVESTIGACION

De acuerdo a las dos líneas de investigación existentes, se enfatiza la utilización de la línea de Diseño y Modelado de Sistemas y Equipos Electrónicos, el cual define “Uno de los objetivos principales del Ingeniero Electrónico es el diseño de sistemas y equipos electrónicos, que tengan como finalidad la solución de un problema o el mejoramiento de procesos y de la maquinaria existente dentro de los diferentes campos de acción de la electrónica.”⁴³ La línea de Investigación surge cuando un investigador selecciona una temática, en nuestro caso la electrónica y la desarrolla, siguiendo como es natural las pautas metodológicas adecuadas, alrededor de esa temática para desarrollar nuestro proyecto.

5.2 ENFOQUE

“El enfoque cuantitativo parte del supuesto que “en potencia todos los datos son cuantificables” (Kerlinger, 1975). Para ello se apoya en los fundamentos del positivismo y de la ciencia nomotética (establecimiento de leyes universales) cuya tendencia es hacia la concentración del análisis en las manifestaciones externas de la realidad.”⁴⁴

Debido a la naturaleza del proyecto de grado, y sus características se puede afirmar que la utilización de hipótesis facilitan realizar un plan para analizar y probar mediante la utilización de la medición numérica las cuales se las puede manejar de una manera cuantitativa, por tal razón se establece una predicción sobre los procesos que se observan y las causas que los fenómenos físicos producen, en este caso se relaciona con la temperatura y presión, ya que con estas variables físicas se las puede medir, realizar procesos estadísticos para poder establecer patrones de comportamiento exactos, en conclusión se tomara en la investigación un enfoque cuantitativo.

5.3 TIPO DE INVESTIGACION

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el

⁴³ CIDAE Centro de investigación y Desarrollo Empresarial, Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, 2006

⁴⁴ PARADIGMAS Y ENFOQUES DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Fuente:
http://www2.minedu.gob.pe/digesutp/formacioninicial/wpcontent/uploads/2010/09/Material_dia_1.pdf
f 09:58 pm. 03-marzo-2015



fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.⁴⁵ Al estudiar un problema, los estudios explicativos que pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno pretende responder a Preguntas como: ¿por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre? Que en la mayoría de los casos requieren del control y manipulación de las variables en un mayor o menor grado.

5.4 METODO

El método utilizado para proyecto es de tipo inductivo el cual se describe de la siguiente manera “en términos muy generales, consiste en establecer enunciados universales ciertos a partir de la experiencia, esto es ascender lógicamente a través del conocimiento científico, desde la observación de los fenómenos o hechos de la realidad a la ley universal que los contiene”.⁴⁶ Mediante la observación de hechos se aplica una serie de deducciones para el final llegar a una conclusión definitiva y dar solución al problema.

⁴⁵ TIPOS DE INVESTIGACION Fuente: <http://tgrajales.net/investipos.pdf> 10:15 pm 03-marzo 2015.

⁴⁶ LOPEZ GOMEZ Roberto, Evolución Científica y Metodología de la Economía, disponible en <http://www.eumed.net/coursecon/libreria/rgl-evol/2.4.1.htm>



6. DETERMINACION DEL UNIVERSO INVESTIGATIVO

6.1 DETERMINACION DE LA POBLACION

“La investigación que se realizara se da en La Empresa Social del Estado **E.S.E. PASTO SALUD**, es una entidad pública, descentralizada, del orden municipal, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, adscrita a la Dirección Municipal de Salud.”⁴⁷

La investigación tiene el propósito de facilitar las decisiones relacionadas con la determinación del esquema de muestreo, la determinación de la muestra, los factores de expansión, así como el cálculo de precisiones y estimaciones llevadas a cabo por el personal encargado de la manipulación y realización de la esterilización.

De modo similar se tendrá en cuenta con la opinión de un grupo de ingenieros entre mecánicos y electrónicos de la “CORPORACION AUTONOMA DE NARIÑO”⁴⁸ Los cuales se desempeñan como docentes en dichas carreras y gracias a sus aportes se hará de la investigación un proyecto con buenos resultados

6.2 DETERMINACION DE LA MUESTRA

Se determina por parte del grupo de investigación que para establecer la muestra en La Empresa Social del Estado E.S.E. PASTO SALUD, se cogerá de forma aleatoria 10 funcionarios de esta entidad

Por otra parte se decide para determinar la muestra sobre conocimientos en esterilización la colaboración de 10 ingenieros docentes de la CORPORACION AUTONOMA DE NARIÑO.

6.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION.

Para este proyecto el método o técnica de recolección de información será la encuesta el formato se puede observar en el anexo A

⁴⁷ E.S.E. PASTO SALUD Fuente: <http://www.pastosaludese.gov.co/index.php/joomla-overview/quienes-somos> 11:14 pm 03 – marzo - 2015

⁴⁸ REGISTRO Y CONTROL, Sistema Aunar Academic, CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 ANALISIS DE ENCUESTAS

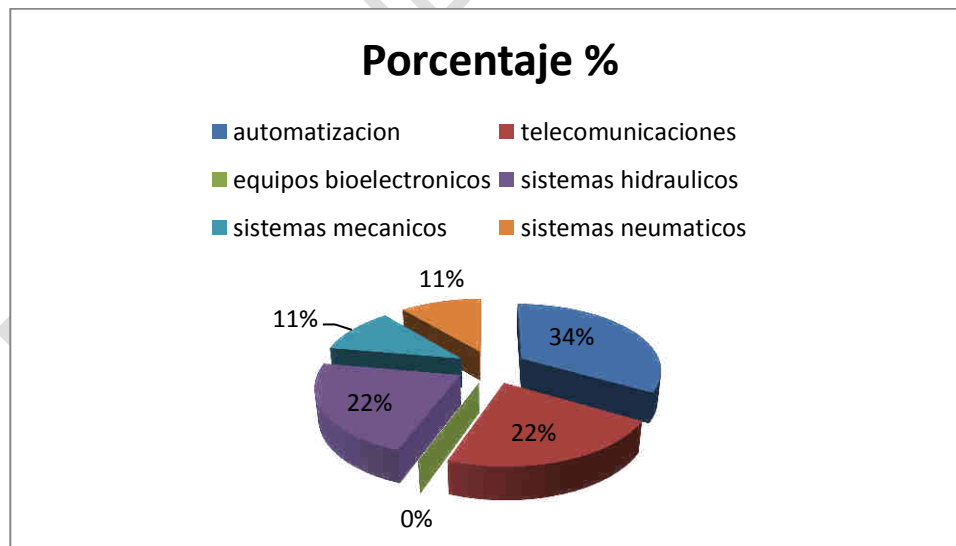
Encuesta dirigida a docentes de la facultad Ingeniería Electrónica y Mecánica de la Universidad Autónoma de Nariño para determinar el conocimiento que se tiene sobre el manejo, instrumentación y funcionamiento de un autoclave en la esterilización de material quirúrgico

Pregunta No.1 ¿A qué área del conocimiento tiene mayor afinidad?

Tabla 3 GRAFICA 3.

Opción	Frecuencia	Porcentaje %
Automatización	3	34.00%
Telecomunicaciones	2	22.00%
Equipos bioelectronicos	0	0,00%
Sistemas hidráulicos	2	22,00%
Sistemas mecánicos	1	11,00%
Sistemas neumáticos	1	11,00%
Total	9	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 34% de los encuestados tiene más afinidad en automatización, el 22% respondió telecomunicaciones el 0% no conoce sobre el tema de equipos

bioelectronicos el 22% conoce sobre sistemas hidráulicos, el 11% dice sistemas mecánicos y el 11% maneja sistemas neumáticos.

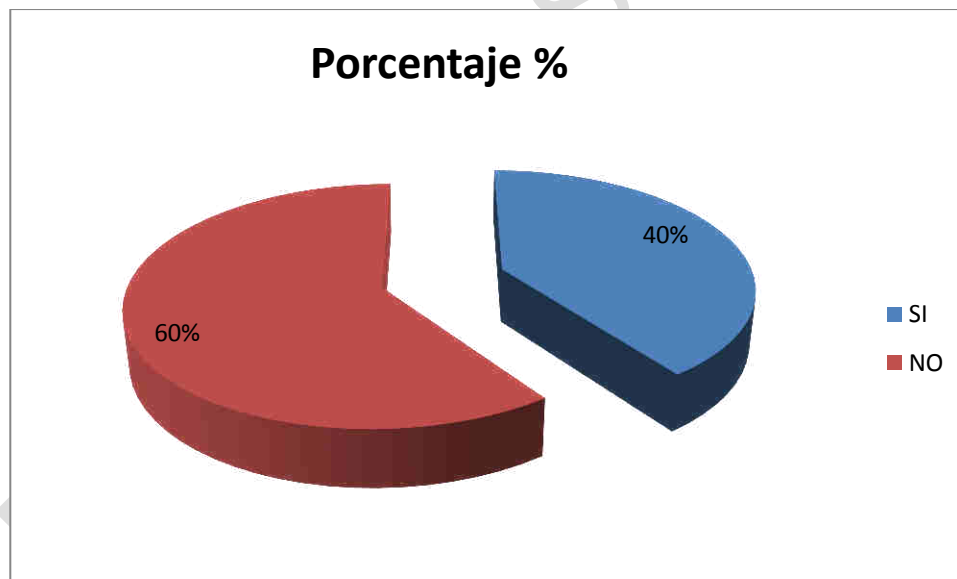
La mayoría de los encuestados con un porcentaje de 34% respondió tener buenos fundamentos y conocimientos sobre automatización en la Corporación Autónoma de Nariño, el 22% de los ingenieros encuestados están orientados en el área de las telecomunicación, el 0% de los encuestados no sabe sobre la rama de equipos bioelectronicos, el 22% de los ingenieros dice conocer sobre sistemas hidráulicos los cuales se encuentran en la facultad de ingeniería mecánica de la institución, el 11% tiene especialización en sistemas mecánicos y el 11% de los encuestados dictan la cátedra de sistemas neumáticos.

Pregunta No.2 ¿Conoce usted medios de esterilización quirúrgica?

Tabla 4 GRAFICA 4.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	4	40.00%
NO	6	60.00%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 40% de los encuestados conoce o ha escuchado medios de esterilización quirúrgica, el 60% no sabe de cómo se realiza una esterilización.

En la corporación autónoma de Nariño un gran porcentaje de los encuestados no tiene conocimientos sobre las técnicas o medios de esterilización de material quirúrgico.

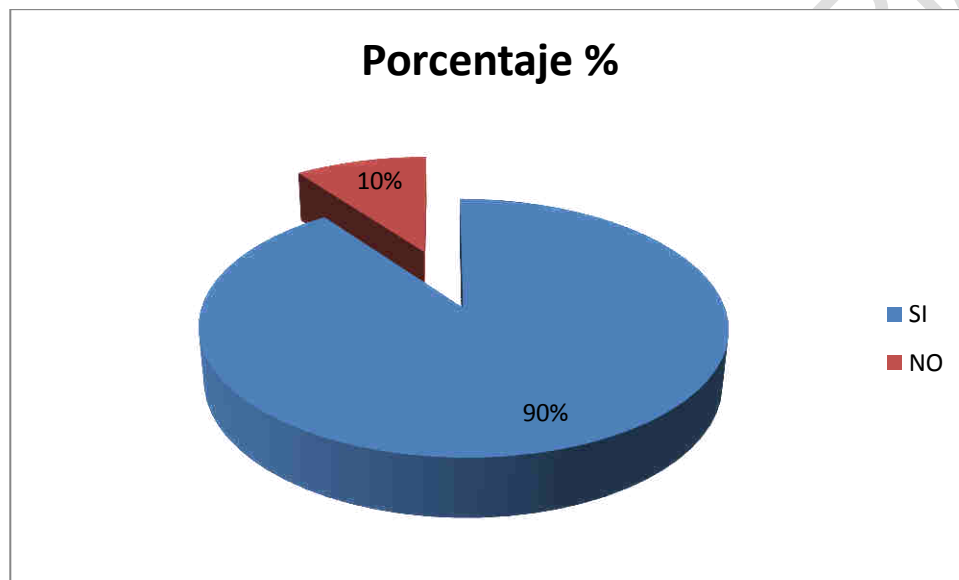


Pregunta No.3 ¿usted ha escuchado la utilidad del autoclave dentro de la esterilización?

Tabla 5 GRAFICA 5.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	9	90,00%
NO	1	10,00%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 90% de los encuestados si ha escuchado sobre la utilidad de la autoclave dentro de la esterilización, y el 10% respondieron que no sabe del tema.

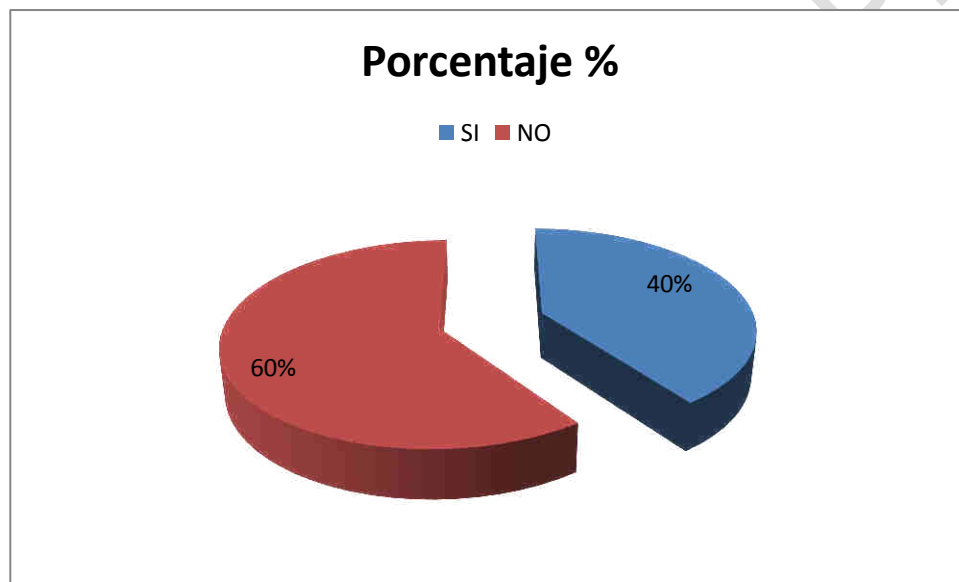
Un gran porcentaje de los ingenieros de la Corporación Autónoma de Nariño, afirma haber escuchado algo sobre el referente al autoclave en la esterilización de material quirúrgico.

Pregunta No.4 ¿conoce el manejo del autoclave y sus funciones?

Tabla 6 GRAFICA 6.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
SI	4	40,00%
NO	6	60,00%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 60% de los encuestados no conoce el manejo del autoclave y sus funciones el 40% respondió si conocer el funcionamiento del autoclave.

Los conocimientos sobre el funcionamiento de este equipo médico solo se remiten al personal que ha trabajado en el área de mantenimiento clínico o basado en la automatización y control de procesos industriales, y el 40% de los encuestados dijo haber tenido conocimientos pero no a profundidad y detalladamente y el 60% respondió no saber sobre el tema ya que no han trabajado con este tipo de equipos

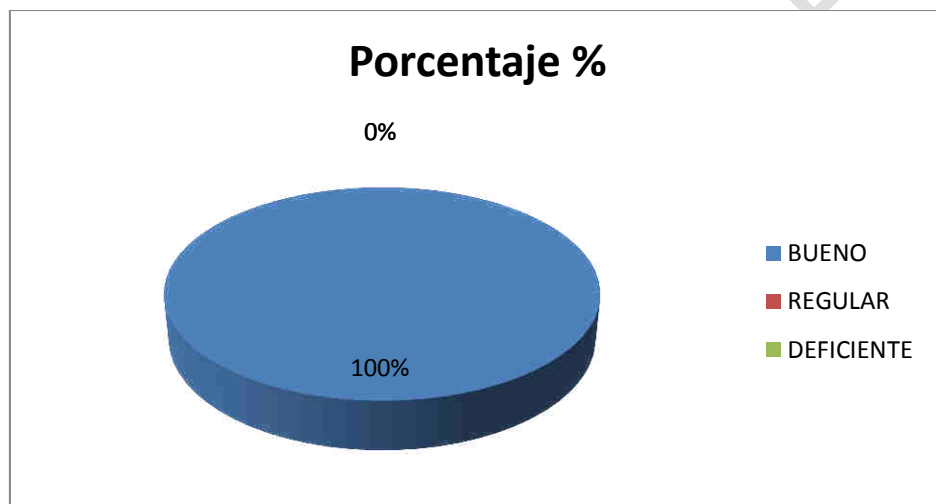


Pregunta No.5 ¿Qué conocimiento posee usted sobre la utilidad de sensores en la electrónica?

Tabla 7 GRAFICA 7.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	10	100,00%
Regular	0	0,00%
Deficiente	0	0,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 100% de los encuestados respondió tener un buen conocimiento de los sensores en la electrónica.

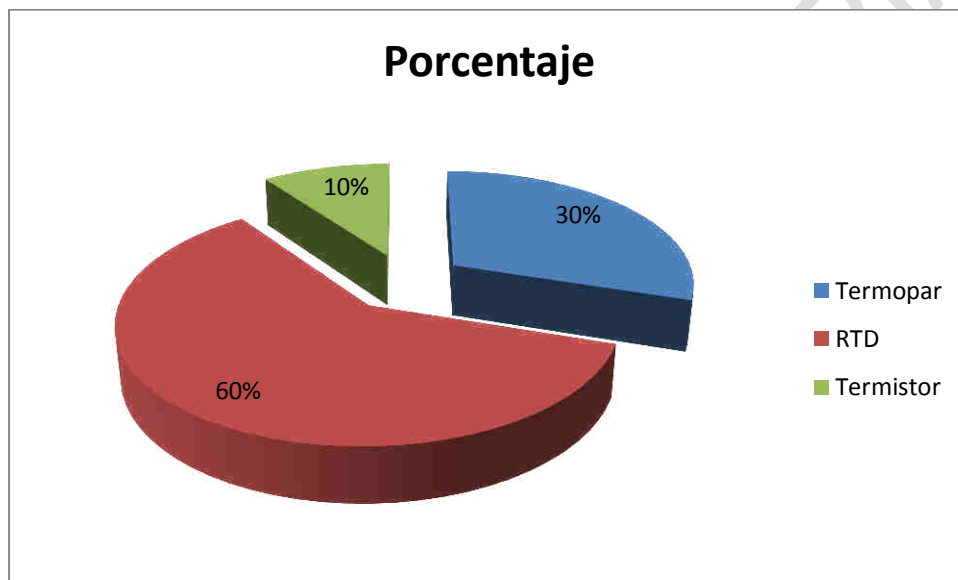
Todos los ingenieros docentes afirmaron conocer y haber trabajado con sensores electrónicos tanto en la carrera de ingeniería electrónica como la de ingeniería mecánica

Pregunta No.6 ¿Con que clase de sensores de temperatura ha trabajado usted?

Tabla 8 GRAFICA 8.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Termopares	1	30,00%
RTD	6	60,00%
Termistor	3	10,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 10% de los encuestados ha trabajado con sensores de temperatura como lo son los Termistores, el 60% de los ingenieros respondió los RTD, y el 30% dice que ha utilizado los Termopares.

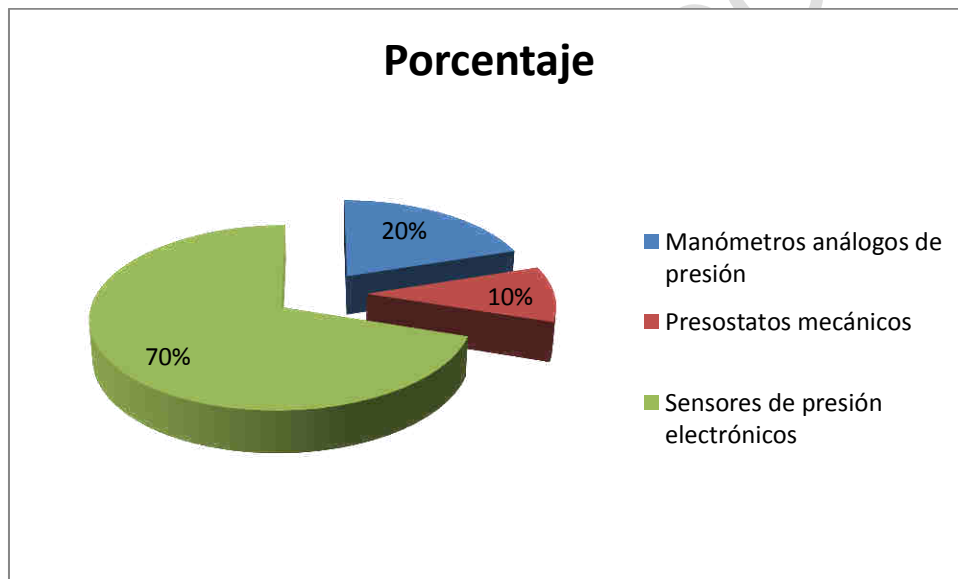
Presenta gran afinidad para los ingenieros la utilización de los Termopares como sensores de temperatura, gracias a su linealidad y comportamiento en bajas y altas temperaturas, el 30% de los encuestados dice que trabajo con sensores termopares debido a su bajo costo y linealidad y el 10% respondió que utilizo los termistores como sensores de temperatura ya que son poco comunes en sistemas de control

Pregunta No.7 ¿A nivel industrial y/u hospitalario para la verificación y medición de presión neumática usted recomendaría el uso de?

Tabla 9 GRAFICA 9.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Manómetros análogos de presión	2	20,00%
Presostatos mecánicos	1	10,00%
Sensores de presión electrónicos	7	70,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 20% de los encuestados recomendó el uso de manómetros análogos de presión, el 10% dijo que se debería utilizar presostatos mecánicos y el 70% afirmó el uso de sensores electrónicos de presión.

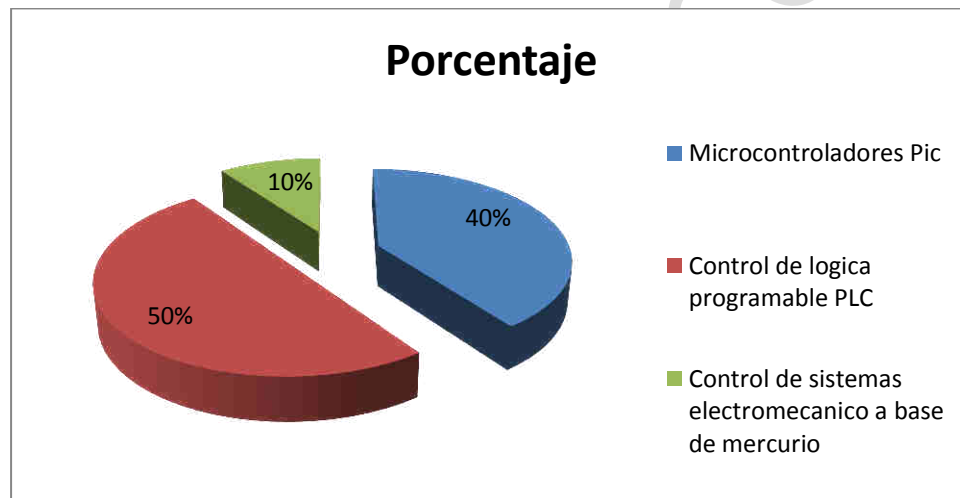
La mayoría de los encuestados con un 70% dijo que se debe utilizar sensores electrónicos de presión ya que estos ofrecen mayor grado de precisión y son más inmunes al desgaste electro mecánico que ofrecen los sensores análogos, el 20% recomendó la utilización de manómetros análogos ya que son de bajo costo y fácil de consecución en el mercado, y para un 10% de los ingenieros dijo que se debería utilizar presostatos mecánicos porque grandes fabricantes los ofrecen de buena calidad.

Pregunta No.8 ¿Para diseñar el software que controle el funcionamiento de un autoclave de esterilización que tipo de tecnología utilizaría?

Tabla 10 GRAFICA 10

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Micro controladores	4	40,00%
Control de lógica Programable	5	50,00%
Control de sistemas electrónicos a base de mercurio	1	10,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 50% de los encuestados afirmo que para el diseño del software de programación se debería utilizar el Control de Lógica Programable PLC, el 40% de los ingenieros recomienda el uso de micro controlador PIC, y el 10% de las personas respondió la utilización de Control de sistemas electromecánicos a base de mercurio.

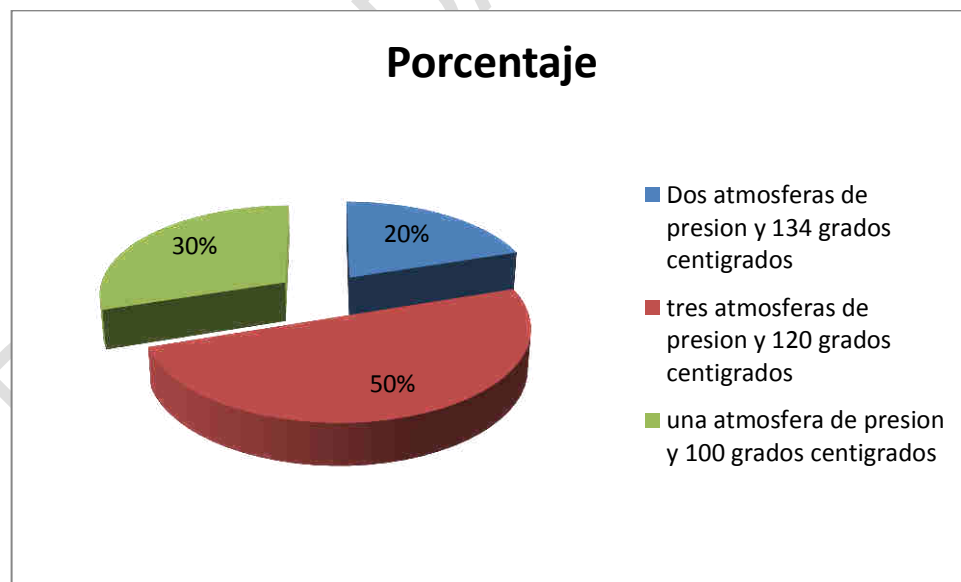
El 50% de los encuestados afirmo estar de acuerdo con la utilización de sistemas de control a base de PLC, ya que son equipos robustos y pueden trabajar en cualquier medio hostil donde las interferencias eléctricas están presentes, el 40% de los ingenieros dijo la utilización de los microcontroladores porque en el transcurso de sus carreras trabajaron con esta tecnología, y el 10% hizo referencia al control de sistemas electromecánicos a base de mercurio porque estos fueron los pioneros en el control de calderas y autoclaves en el área de esterilización.

Pregunta No.9 ¿Conoce usted a que temperatura y presión se efectúa la esterilización con vapor saturado?.

Tabla 11 GRAFICA 11

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Dos atmosferas de presión y 134 grados centígrados	2	20,00%
Tres atmosferas de presión y 120 grados centígrados	5	50,00%
Una atmosfera de presión y 100 grados centígrados	3	30,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación..

El 50% de los encuestados afirman que la temperatura y la presión para realizar la esterilización es de tres atmosferas de presión y 120 grados centígrados. El 30%

de los encuestados dijo que se debe utilizar una atmosfera de presión y 100 grados centígrados, y el 20% respondió que se debe utilizar dos atmosferas de presión y 134 grados centígrados.

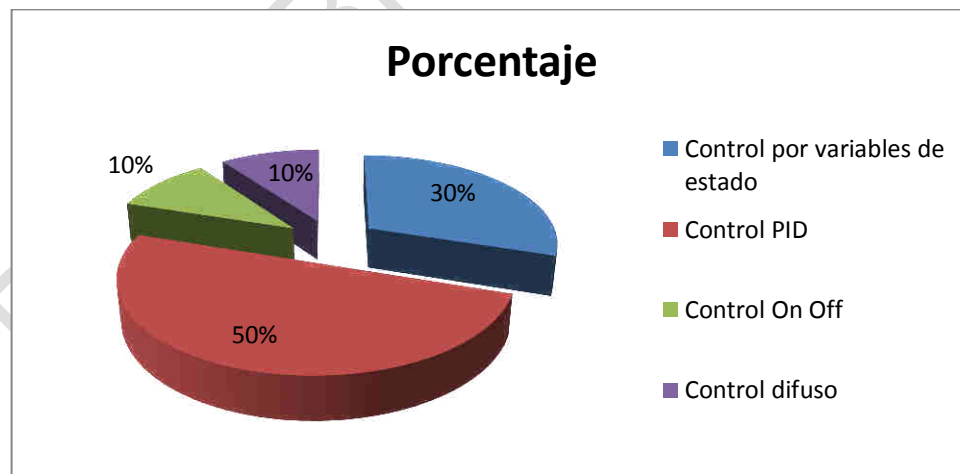
Es muy importante aclarar que la correcta presión y temperatura para realizar procesos de esterilización es dos atmosferas de presión y 134 grados centígrados el cual solo el 20% de los encuestados respondieron correctamente. El 50% dijo que la presión debe ser tres atmosferas de presión y 120 grados, porque entre mayor presión mejor seria el proceso, y el 10% respondieron que debe ser a una atmosfera de presión y 100 grados centígrados ya que por procesos físicos el agua hierve a esa temperatura y por ende la presión estaría en esos niveles.

Pregunta No.10 ¿De los siguientes controles, para un autoclave de esterilización usted cual utilizaría?

Tabla 12 GRAFICA 12

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Control por variables de estado	3	30,00%
Control PID	5	50,00%
Control On Off	1	10,00%
Control difuso	1	10,00%
Total	10	100,00%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 50% de los encuestados respondió el control PID, el 30% afirmo que el control seria por variables de estado, el 10% por control difuso y con el 10% dijo que se implementara con el control On Off.

La mayoría de los encuestados para un total de 50% afirmo que el mejor control seria la utilización de PID debido a que la respuesta en el tiempo es más óptima y con buenos resultados, el 30% de ingenieros respondieron que para el control del autoclave donde intervienen señales análogas como la presión y la temperatura se debía hacer por variables de estado dado a las características del sistema y para un 10% de los ingenieros respondió que sería únicamente un control por estados lógicos On Off.

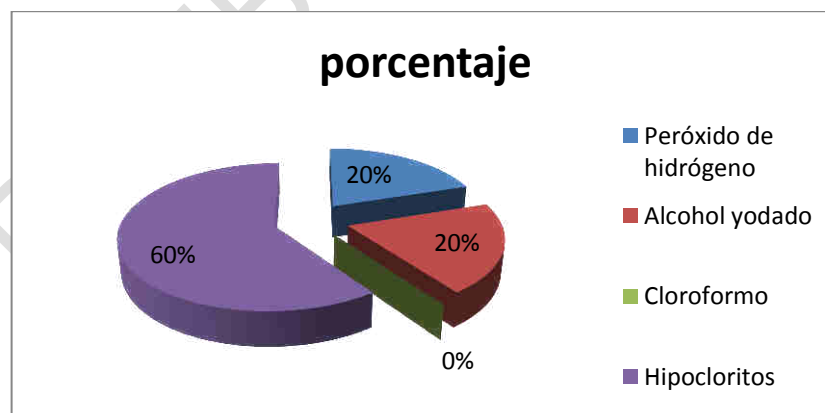
Encuesta dirigida a empleados de la E.S.E Pasto Salud para determinar el conocimiento que se tiene sobre el manejo, instrumentación y funcionamiento de un autoclave en la esterilización de material quirúrgico

Pregunta No.1 De las siguientes sustancias cuál cree que es la más utilizada en el proceso de desinfección?

Tabla 13 GRAFICA 13.

opción	frecuencia	porcentaje
Peróxido de hidrógeno	2	20%
Alcohol yodado	2	20%
Cloroformo	0	0%
Hipocloritos	6	60%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 20% de los encuestados considera, que el peróxido de hidrogeno, 20% asegura que el alcohol yodado y el 60% restante afirma que el hipoclorito así podemos

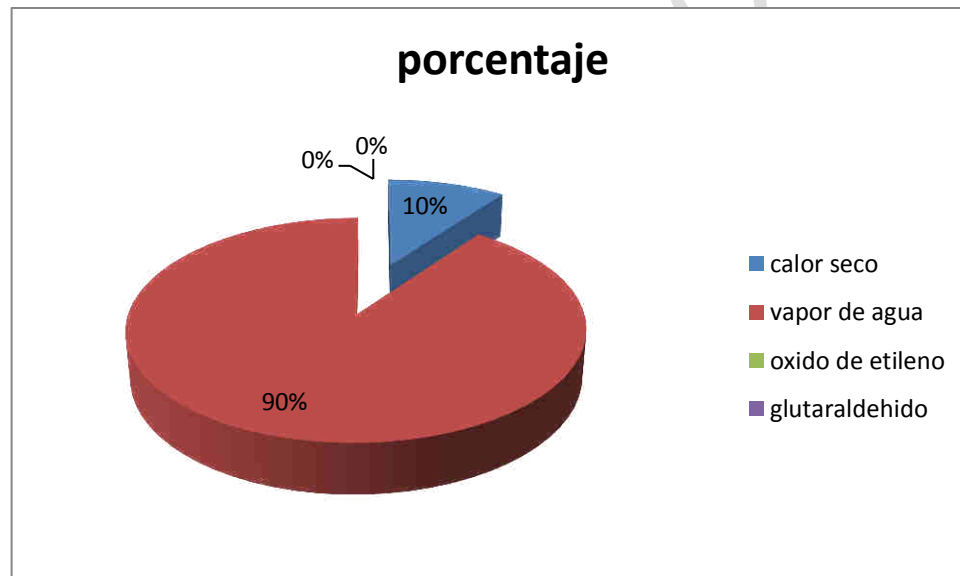
concluir que el 60% de los funcionarios afirman que el método más efectivo es el hipoclorito.

Pregunta No.2 ¿Cuál es el proceso de esterilización del autoclave?

Tabla 14 GRAFICA 14.

Opción	frecuencia	porcentaje
Calor seco	1	10%
Vapor de agua	9	90%
Óxido de etileno	0	0%
Glutaraldehido	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 10% de los encuestados no conoce esterilización, el 90% sabe de cómo se realiza una esterilización.

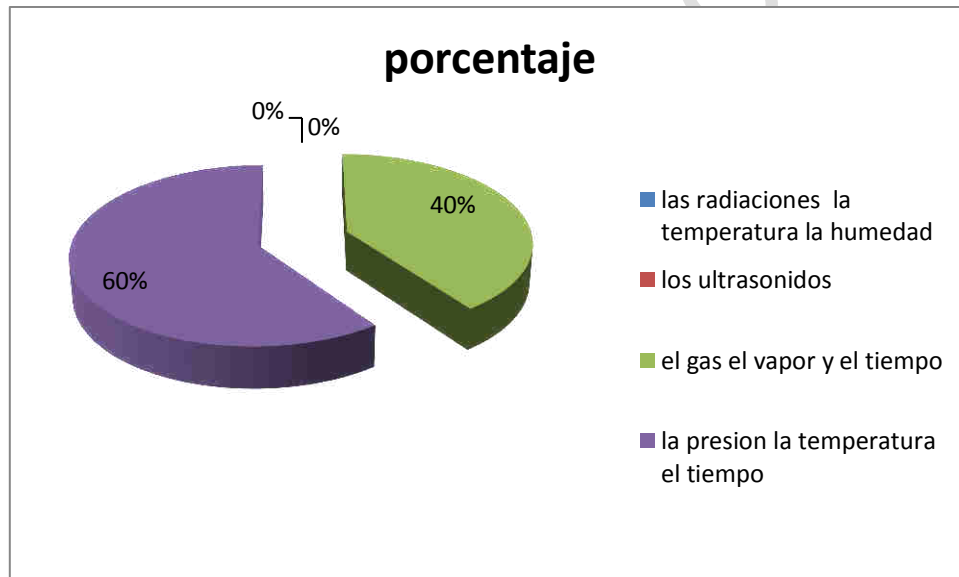
En la E.S.E. la gran mayoría de los encuestados conoce como es el proceso de esterilización de la autoclave.

Pregunta No.3 ¿Qué factores cree usted que intervienen en la esterilización por autoclave?

Tabla 15 GRAFICA 15

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Las radiaciones, la temperatura, la humedad	0	0%
Los ultrasonidos	0	0%
El gas, el vapor y el tiempo	4	40%
La presión, la temperatura, el tiempo	6	60%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 40% de los encuestados cree saber cómo es el proceso sobre la autoclave dentro de la esterilización, y el 60% respondieron acertadamente.

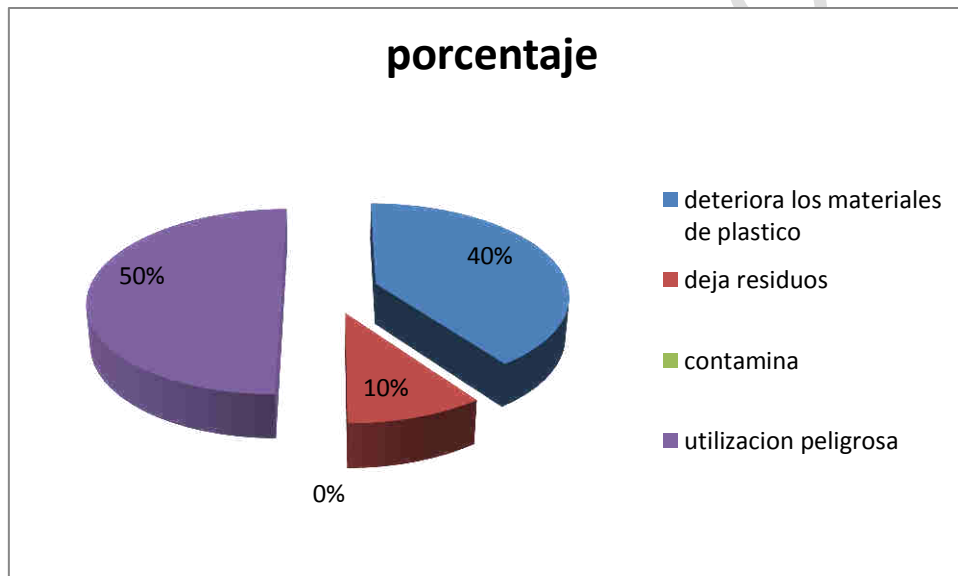
Un gran porcentaje de los trabajadores sabe cuál es el proceso de esterilización.

Pregunta No.4 Que inconvenientes presenta la esterilización en autoclaves destaque el que más se adecue a sus necesidades

Tabla 16 GRAFICA 16.

Opción	frecuencia	porcentaje
Deteriora los materiales de plástico	4	40%
Deja residuos	1	10%
Contamina	0	0%
Utilización peligrosa	5	50%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 50% de los encuestados afirma que el manejo del autoclave es peligrosa y el 40% respondieron que deteriora el material de plástico contrario a lo que se cree 10% respondió que deja residuos.

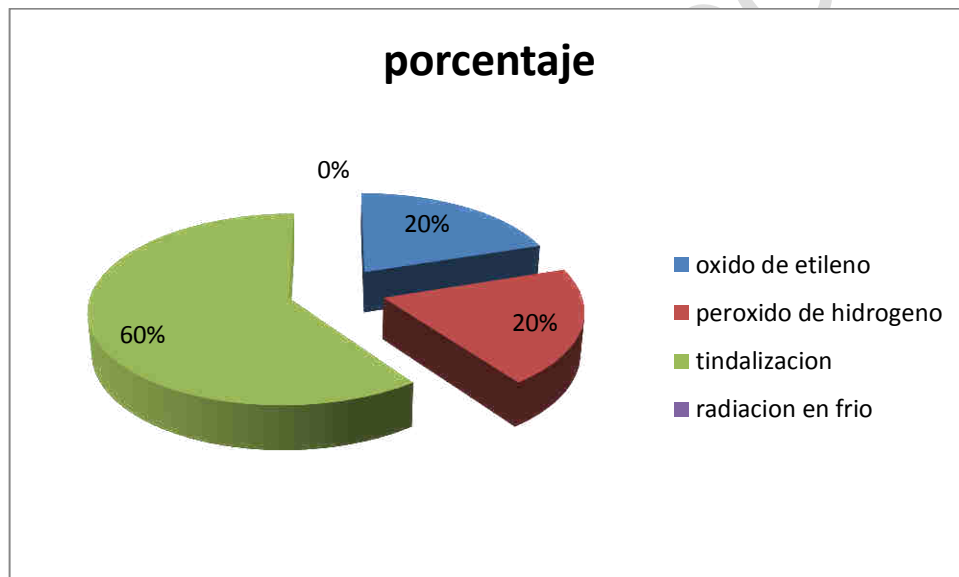
Los inconvenientes sobre el funcionamiento de este equipo solo se remiten al personal que ha trabajado en la área de mantenimiento clínico o en las centrales de esterilización.

Pregunta No.5 Junto con la autoclave ¿Cuál es el método de esterilización más utilizado en los hospitales?

Tabla 17 GRAFICA 17.

Opción	frecuencia	porcentaje
Óxido de etileno	2	20%
Peróxido de hidrogeno	2	20%
Tindalización	6	60%
Radiación en frio	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

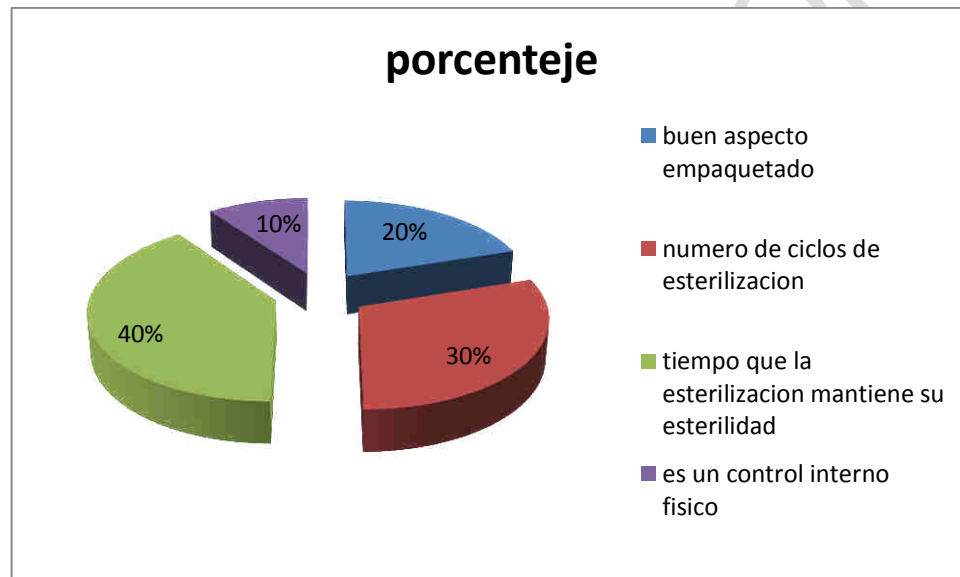
El 60% de los encuestados opina que la tindalización, el 20% cree que la utilización de peróxido de hidrogeno y el 20% restante el óxido de etileno

Pregunta No.6 ¿Cuándo se habla de caducidad de la esterilización se refiere a?

Tabla 18 GRAFICA 18.

Opción	frecuencia	Porcentaje
Buen aspecto empaquetado	2	20%
Numero de ciclos de esterilización	3	30%
Tiempo que la esterilización mantiene su esterilidad	4	40%
Es un control interno físico	1	10%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

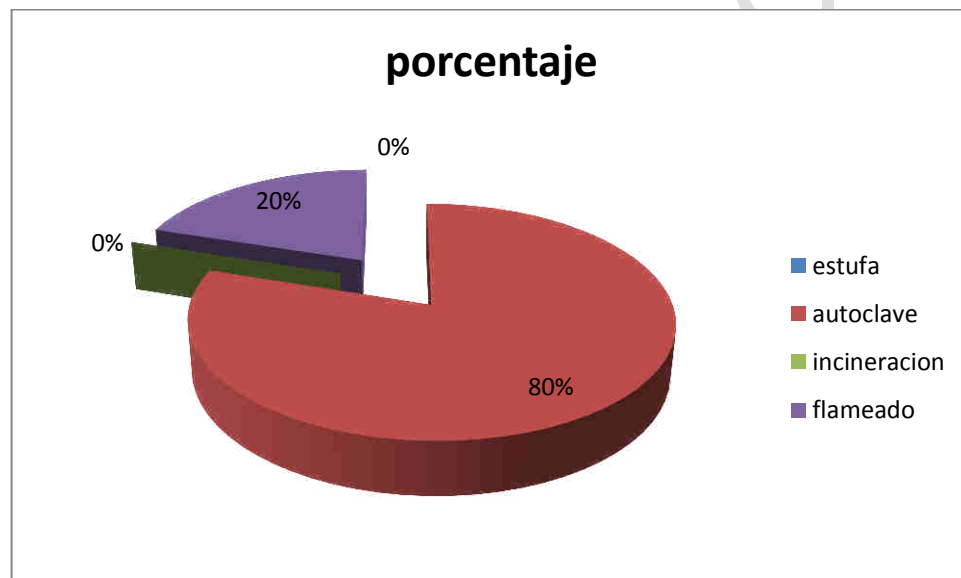
El 10% de los encuestados opina que es un control físico, 20% de los encuestados afirma que se refiere al aspecto del empaquetado 30% contestó que son los ciclos de esterilización y el 40% habló sobre el tiempo en que la esterilización mantiene su esterilidad.

Pregunta No.7 ¿indique cuál de los siguientes es un método de esterilización de calor húmedo?

Tabla 19 GRAFICA 19.

Opción	Frecuencia	porcentaje
Estufa	0	0%
Autoclave	8	80%
Incineración	0	0%
Flameado	2	20%
	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 20% dijo que es el flameado es un método de esterilización de calor húmedo 80% afirmó que es la autoclave.

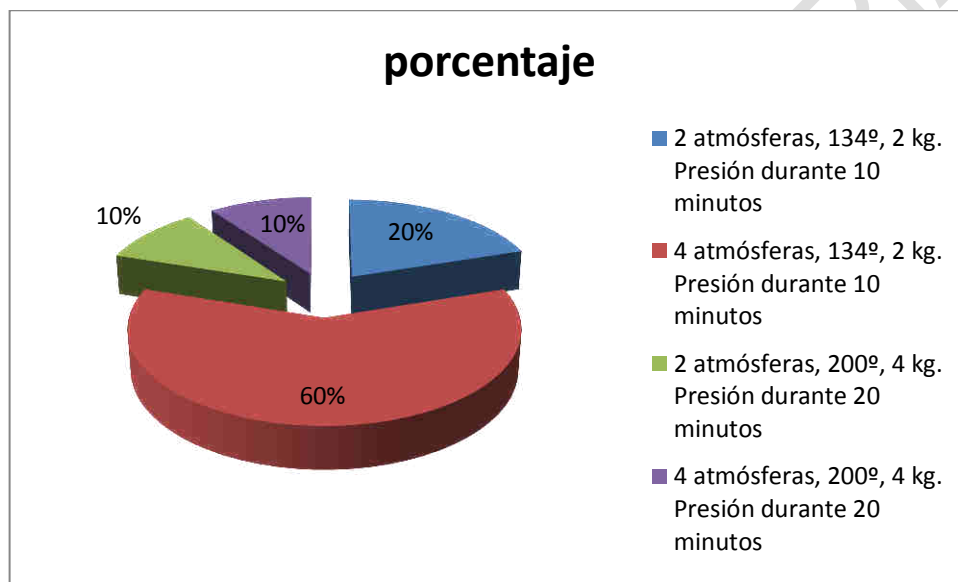
La gran mayoría de los encuestados conocen sobre el proceso que se lleva a cabo en el proceso de esterilización y el uso de las autoclaves.

Pregunta No.8 ¿Cuál cree usted que es la esterilización correcta?

Tabla 20 GRAFICA 20

Opción	frecuencia	Porcentaje
2 atmósferas, 134°, 2 kg. Presión durante 10 minutos	2	20%
4 atmósferas, 134°, 2 kg. Presión durante 10 minutos	6	60%
2 atmósferas, 200°, 4 kg. Presión durante 20 minutos	1	10%
4 atmósferas, 200°, 4 kg. Presión durante 20 minutos	1	10%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 60% de los encuestados afirma que son 10 minutos a 4 atmosferas el 20% afirmaron que son 10 minutos a 2 atmosferas 10% contestaron 20 minutos a 2 atmosferas, y el 10% restante cree que son 4 atmosferas durante 20 minutos.

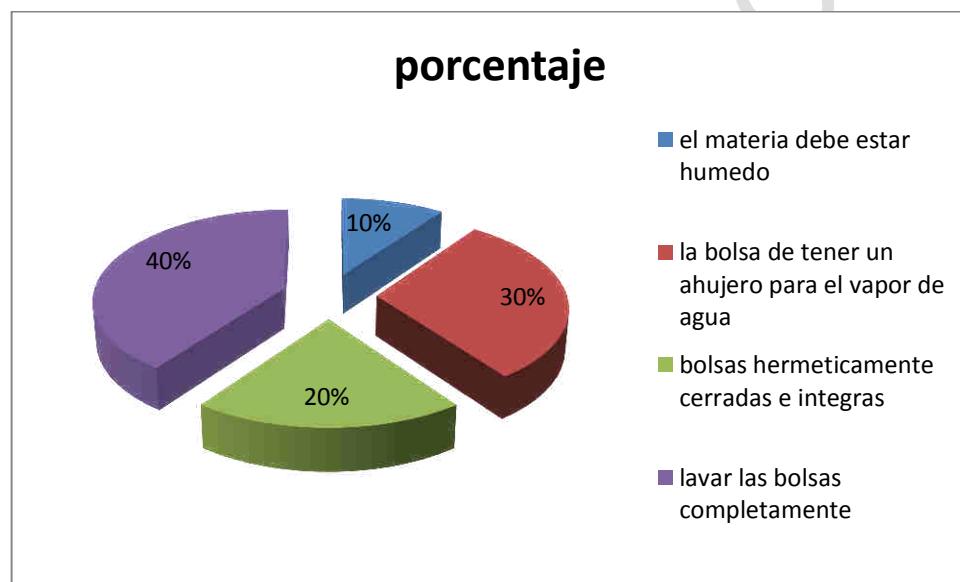
Con esta Pregunta nos damos cuenta que solo el personal calificado conoce realmente los valores específicos en los cuales trabaja una autoclave.

Pregunta No.9 ¿Qué se debe tener en cuenta para el correcto empaquetado de material a esterilizar?

Tabla 21 GRAFICA 21

Opción	frecuencia	Porcentaje
El material debe estar húmedo	1	10%
La bolsa de tener un agujero para el vapor de agua	3	30%
Bolsas herméticamente cerradas e integras	2	20%
Lavar las bolsas completamente	4	40%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación..

El 40% de los encuestados dicen que se debe lavar las bolsas completamente 30% afirma que la bolsa debe tener un agujero 20% que las bolsas deben ir herméticamente selladas y el 10% que el material debe estar húmedo

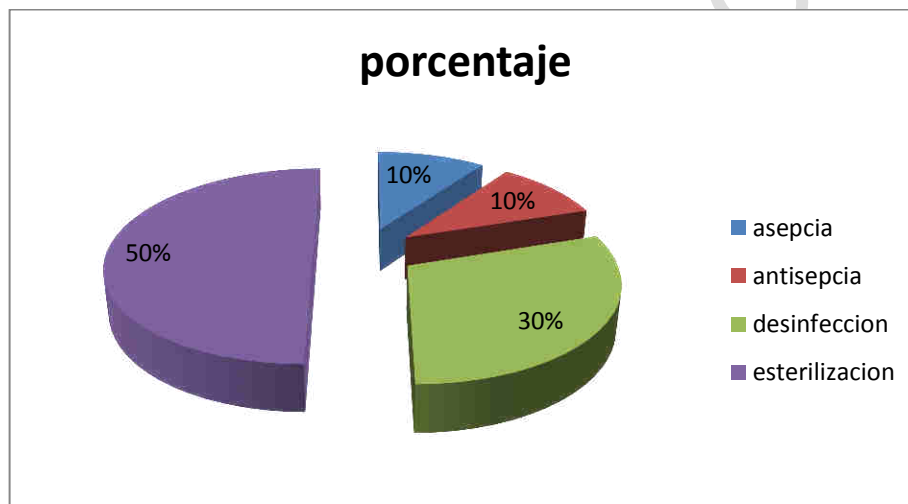
Es muy importante ratificar que la correcta esterilización depende de cómo se empaqueta el material a esterilizar.

Pregunta No.10 ¿de las siguientes opciones cuál cree usted es la más utilizada para exterminar los microorganismos patógenos?

Tabla 22 GRAFICA 22

Opción	frecuencia	porcentaje
Asepsia	1	10%
Antisepsia	1	10%
Desinfección	3	30%
Esterilización	5	50%
Total	10	100%

Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

El 50% de los encuestados dice que es la esterilización 30% afirma que la desinfección 10% cree que es la antisepsia y el restante 10% contestó asepsia la mayoría de los encuestados para un total de 50% dice que el mejor control sería la esterilización es el tratamiento más óptimo para una verdadera descontaminación del material a utilizar.

7.2 ANÁLISIS DE BOSQUEJOS Y PLANOS CON SUS RESPECTIVAS FICHAS TÉCNICAS

7.2.1 Sensor De Presión Danfoss MS 300

El sensor es un captador que recibe información de una magnitud física y la transforma en otra en función de voltaje o amperaje, el sensor de presión MS 300 por características propias del fabricante trabaja en un rango de 0 a 10 Bares de presión, equivalentes de 0 a 145 psi. Para efectos del proyecto no se lo exigirá al máximo sino que únicamente las mediciones serán hasta 2 Bares de presión. Las características técnicas se las indica a continuación

Figura 15 Especificaciones técnicas sensor Danfoss ms 300

Funcionamiento (IEC 770)	
Precisión	$\pm 0.5\%$ FS (típica) $\pm 1\%$ FS (máx.)
Sin linealidad (se adapta mejor en línea recta)	$\leq \pm 0.5\%$ FS
Histéresis y repetitividad	$\leq \pm 0.1\%$ FS
Desviación punto cero térmico	$\leq \pm 0.1\%$ FS/10K (típica) $\leq \pm 0.2\%$ FS/10K (máx.)
Desviación de sensibilidad térmico (span)	$\leq \pm 0.1\%$ FS/10K (típica) $\leq \pm 0.2\%$ FS/10K (máx.)
Tiempo de respuesta	< 4 ms
Presión de sobrecarga	$6 \times$ FS (máx. 1500 bar)
Presión de rotura	$6 \times$ FS (máx. 2000 bar)
Durabilidad, P: 10-90% FS	$> 10 \times 10^6$ ciclos

Características eléctricas			
	Señal de salida nominal (protección contra cortocircuito)		
	4 - 20 mA	0-5, 1-5, 1-6 V c.c.	0-10 V c.c.
Tensión de alim. [U _m] polaridad protegida	9 → 32 V c.c.	9 → 30 V c.c.	15 → 30 V c.c.
Consumo de corriente - alimentación	-	≤ 5 mA	≤ 8 mA
Dependencia de la tensión de alimentación	$\leq \pm 0.05\%$ FS/10 V		
Limitación de corriente (salida lineal hasta el rango nominal de 1.5x)	34 mA (típica)	-	
Impedancia de salida	-	$\leq 25\Omega$	
Carga [R _L] (carga conectada a 0V)	$R_L \leq (U_m - 9V)/0.02$	$R_L \geq 10$ k Ω	$R_L \geq 15$ k Ω

Condiciones de trabajo		
Rango de temperatura del fluido	-40 → +85°C	
Rango de temperatura ambiente (según la conexión eléctrica)	véase página 3	
Rango de temperatura compensada	0 → +80°C	
Rango de temperatura de transporte	-50 → +85°C	
EMC - Emisión	EN 61000-6-3	
EMC - Inmunidad	Descarga electrostática Aire 8 kV	EN 61000-6-2
	Contacto 4 kV	EN 61000-6-2
	RF campo 10 V/m, 26 MHz - 1 GHz	EN 61000-6-2
	por conducción 10 V _{rms} , 150 kHz - 30 MHz	EN 61000-6-2
	Corriente rotura 4 kV (CM), Clamp	EN 61000-6-2
transitoria sobrevoltaje 1 kV (CM,DM), Rg = 42 Ω	EN 61000-6-2	
Resistencia del aislamiento	> 100 M Ω at 100 V c.c.	
Prueba de frecuencia de la red	500 V, 50 Hz	SEN 381503
Estabilidad de vibración	Sinusoidal 15.9 mm-pp, 5Hz-25Hz	IEC 60068-2-6
	Intermitente 20 g, 25 Hz - 2 kHz	
Resistencia al impacto	7.5 g _{rms} 5 Hz - 1 kHz	IEC 60068-2-34, IEC 60068-2-36
	Impacto 500 g / 1 ms	IEC 60068-2-27
Caída libre		IEC 60068-2-32
Protección (según la conexión eléctrica)	véase página 3	

Fuente http://www.pehuen-argentina.com.ar/danfoss/_lit/PDP20K205.pdf

Figura 16 características de conexión sensor Danfoss ms300



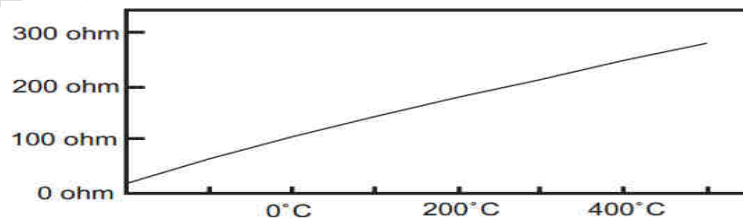
Especificación técnica Transmisor de presión para aplicaciones industriales, MBS 3000					
Conexiones eléctricas					
Tipo de código, página 4					
1	2	5	7	8	3
DIN 43650, Pg 9	Econojunta AMP Serie J (macho)	IEC 947-5-2 M12x1	ISO 15170-A1-3.2-Sn (enchufe de baoneta)	Superjunta AMP Serie 1.5 (macho)	2 m de cable armado
Temperatura ambiente					
-40 → +85 °C	-40 → +85 °C	-25 → +85 °C	-40 → +85 °C	-40 → +85 °C	-30 → +85 °C
Protección					
IP 65	IP 67	IP 67	IP 67 / IP 69K	IP 67	IP67
Materiales					
Poliamida con fibra de vidrio dispersa en su interior, PA 6.6	Poliamida con fibra de vidrio dispersa en su interior, PA 6.6 ¹⁾	Latón niquelado, CuZn/Ni	Poliéster con fibra de vidrio dispersa en su interior, PBT	Poliamida con fibra de vidrio dispersa en su interior, PA 6.6 ²⁾	Termoplástico (Begum) ³⁾
Conexión eléctrica, salida 4-20 mA (2 cables)					
Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: No se utiliza Terra: Conectado a la carcasa MBS	Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: No se utiliza	Pin 1: +alimentación Pin 2: No se utiliza Pin 3: No se utiliza Pin 4: +alimentación	Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: Ventilación Pin 4: No se utiliza	Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: No se utiliza	Hilo marrón: +alimentación Hilo negro: -alimentación Hilo rojo: No se utiliza Naranja: No se utiliza Pantalla: Sin conectar a la carcasa MBS
Conexión eléctrica, salida 0-5V, 1-5V, 1-5V, 0-10V					
Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: Salida Earth: Conectado a la carcasa MBS	Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: Salida	Pin 1: +alimentación Pin 2: No se utiliza Pin 3: Salida Pin 4: +alimentación	Pin 1: +alimentación Pin 2: Salida Pin 3: Ventilación Pin 4: -alimentación	Pin 1: +alimentación Pin 2: +alimentación Pin 3: Salida	Hilo marrón: Salida Hilo negro: +alimentación Hilo rojo: +alimentación Naranja: No se utiliza Pantalla: Sin conectar a la carcasa MBS

Fuente http://www.pehuen-argentina.com.ar/danfoss/_lit/PDP20K205.pdf

7.2.2 Sensor de temperatura PT 100

La PT 100 es un sensor de temperatura cual es un alambre de platino con la característica que a 0 grados centígrados presenta una resistencia de 100 ohm, y a medida que aumenta la temperatura aumenta la resistencia eléctrica

Figura 16 Curva característica PT 100



Fuente Disponible en <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>



En la siguiente tabla se indica el comportamiento de la resistencia variable de acuerdo a la temperatura que está expuesta la PT 100

Figura 17 Tabla comportamiento resistivo PT 100

PT 100 ohm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-190	22.78	22.35	21.93	21.50	21.08	20.66	20.23	19.81	19.38	18.96
-180	27.01	26.59	26.17	25.74	25.32	24.90	24.47	24.05	23.63	23.20
-170	31.24	30.81	30.39	29.97	29.55	29.13	28.70	28.28	27.86	27.44
-160	35.45	35.03	34.61	34.19	33.77	33.34	32.92	32.50	32.08	31.66
-150	39.65	39.23	38.81	38.39	37.97	37.55	37.13	36.71	36.29	35.87
-140	43.78	43.37	42.96	42.54	42.13	41.72	41.30	40.89	40.48	40.06
-130	47.90	47.49	47.08	46.67	46.26	45.85	45.43	45.02	44.61	44.20
-120	52.01	51.60	51.19	50.78	50.37	49.96	49.55	49.14	48.73	48.32
-110	56.11	55.70	55.29	54.88	54.48	54.07	53.66	53.25	52.84	52.43
-100	60.20	59.79	59.38	58.98	58.57	58.16	57.75	57.34	56.93	56.52
-90	64.23	63.83	63.43	63.02	62.62	62.22	61.81	61.41	61.01	60.60
-80	68.25	67.85	67.45	67.05	66.65	66.25	65.84	65.44	65.04	64.64
-70	72.26	71.86	71.46	71.06	70.66	70.26	69.86	69.46	69.06	68.66
-60	76.26	75.86	75.46	75.06	74.67	74.27	73.87	73.47	73.07	72.67
-50	80.25	79.85	79.45	79.06	78.66	78.26	77.86	77.46	77.06	76.66
-40	84.22	83.83	83.43	83.03	82.64	82.24	81.84	81.44	81.05	80.65
-30	88.18	87.79	87.39	87.00	86.60	86.21	85.81	85.41	85.02	84.62
-20	92.13	91.74	91.35	90.95	90.56	90.16	89.77	89.37	88.98	88.58
-10	96.07	95.68	95.29	94.89	94.50	94.11	93.71	93.32	92.92	92.53
0	100.00	99.61	99.22	98.82	98.43	98.04	97.65	97.25	96.86	96.47
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.41
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.74	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.84	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.16
40	115.54	115.93	116.32	116.70	117.09	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.48	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.07	127.46	127.84	128.22	128.60	128.99	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.67	143.04	143.42	143.80	144.18	144.55	144.93	145.31	145.69
120	146.06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.95	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.83	150.20	150.58	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.33	154.70	155.08	155.45	155.83	156.20	156.57	156.95
150	157.32	157.69	158.07	158.44	158.81	159.19	159.56	159.93	160.30	160.68
160	161.05	161.42	161.79	162.16	162.53	162.91	163.28	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.50	165.88	166.25	166.62	166.99	167.36	167.73	168.10
180	168.47	168.84	169.21	169.58	169.95	170.31	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.90	173.26	173.63	174.00	174.37	174.74	175.10	175.47
200	175.84	176.21	176.58	176.94	177.31	177.68	178.04	178.41	178.78	179.14
210	179.51	179.88	180.24	180.61	180.98	181.34	181.71	182.07	182.44	182.81
220	183.17	183.54	183.90	184.27	184.63	185.00	185.36	185.73	186.09	186.45
230	186.82	187.18	187.55	187.91	188.27	188.64	189.00	189.37	189.73	190.09
240	190.46	190.82	191.18	191.54	191.91	192.27	192.63	192.99	193.36	193.72
250	194.08	194.44	194.80	195.17	195.53	195.89	196.25	196.61	196.97	197.33
260	197.69	198.05	198.41	198.77	199.14	199.50	199.86	200.22	200.58	200.94
270	201.29	201.65	202.01	202.37	202.73	203.09	203.45	203.81	204.17	204.53
280	204.88	205.24	205.60	205.96	206.32	206.68	207.03	207.39	207.75	208.11
290	208.46	208.82	209.18	209.53	209.89	210.25	210.60	210.96	211.32	211.67
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fuente <http://www.arian.cl/downloads/nt-004.pdf>

7.2.3 Sensor de nivel de agua

“Es un sensor de estado sólido para medir el nivel de líquido. El sensor varía su resistencia en forma proporcional al nivel del líquido y se puede medir fácilmente mediante un micro controlador”⁴⁹ el sensor de nivel utilizado en el autoclave es muy preciso y flexible para su manejo en control debido a la respuesta sin niveles de transitorios o fluctuaciones de voltaje.

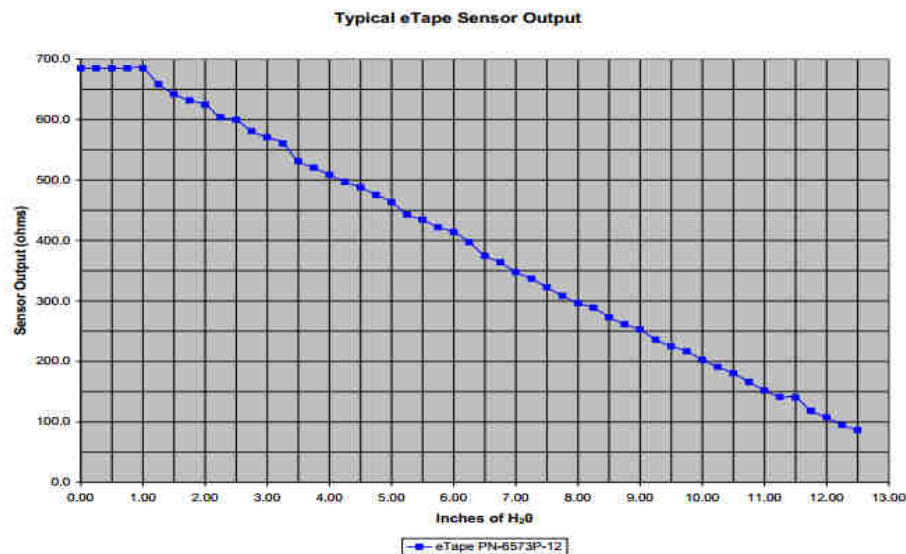
Especificaciones técnicas

Sensor de estado sólido sin piezas móviles
Diseño discreto fina se puede utilizar en otros sensores que no pueden encajar Tereftalato de Polietileno (PET) como sustrato
Enchapados en oro pestañas de soldadura

Especificaciones Claves

Requisito de energía hasta 5 VDC
Comunicación: la salida resistiva

Figura 18 Características de respuesta sensor nivel



Fuente http://www.rambal.com/descargas/Documentos/nivel-liquidos/eTape_AppNotes.pdf

⁴⁹ MILONE Continuous Fluid Level Sensor. Fuente :
[//www.rambal.com/descargas/Documentos/nivel-liquidos/eTape_AppNotes.pdf](http://www.rambal.com/descargas/Documentos/nivel-liquidos/eTape_AppNotes.pdf)

7.2.4 Regulador de voltaje a 15 voltios LM 7815

Los reguladores de voltaje son muy utilizados en la electrónica debido a su estabilidad que proporcionan a ser instalados en fuentes de voltaje donde las caídas de tensión son presentes, además sirven para mantener un potencial fijo dependiendo de la carga a la que sean utilizados, existen varios tipos de reguladores encapsulados sin la necesidad de utilizar otro tipo de componente o semiconductor para su funcionamiento, para el desarrollo del proyecto se optó con la utilización de un regulador a 15 voltios a la salida y así alimentar los circuitos necesarios para su funcionamiento

Figura 19 Regulador de voltaje 7815



Fuente

https://www.egr.msu.edu/eceshop/Parts_Inventory/display_part_details.php?Part_Index=680

Entre las características más importantes se tiene:

Voltaje de salida: + 15 voltios

Corriente de salida máx. : 1 Amperio

Voltaje de entrada máx.: 35 voltios

Encapsulado TO 220



La hoja característica del regulador LM 7815 es;

Figura 20 Características regulador LM 7815

L78xx, L78xxC, L78xxAB, L78xxAC **Electrical characteristics**

$V_I = 23\text{ V}$, $I_O = 1\text{ A}$, $T_J = 0\text{ to }125\text{ }^\circ\text{C}$ (L7815AC), $T_J = -40\text{ to }125\text{ }^\circ\text{C}$ (L7815AB), unless otherwise specified.

Table 10. Electrical characteristics of L7815A

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.7	15	15.3	V
V_O	Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $V_I = 17.9\text{ to }28\text{ V}$	14.4	15	15.6	V
V_O	Output voltage	$I_O = 1\text{ A}$, $V_I = 28\text{ to }30\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 17.9\text{ to }30\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		13	150	mV
		$V_I = 20\text{ to }28\text{ V}$		16	150	mV
		$V_I = 20\text{ to }28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		8	75	mV
		$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		13	150	mV
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$		25	100	mV
		$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		30	100	
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$		10	50	
I_q	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		4.4	6	mA
					6	mA
ΔI_q	Quiescent current change	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$			0.8	mA
		$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$			0.8	mA
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$		58		dB
V_{dl}	Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
eN	Output noise voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$		10		$\mu\text{V}/V_O$
R_O	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short circuit current	$V_I = 35\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		0.2		A
I_{scp}	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A
$\Delta V_O/\Delta T$	Output voltage drift			-1		mV/ $^\circ\text{C}$

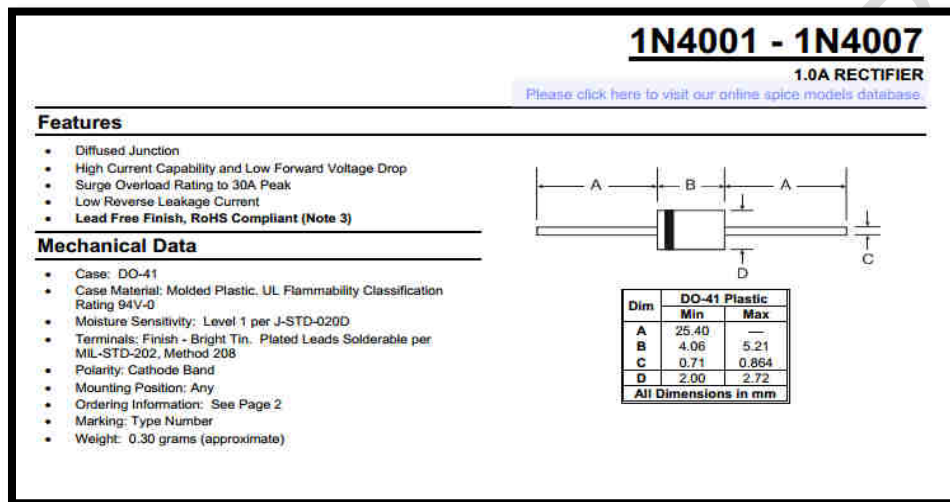
1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Fuente http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/L78xx-L78xxC-L78xxAB-L78xxAC_ST.pdf

7.2.5 Diodos rectificadores 1N 4007

Los diodos son uno de los más importantes inventos que la electrónica ha tenido, desde hace muchos años se lo ha implementado en la mayoría de los circuitos electrónicos existentes, los diodos dependiendo de su utilización pueden trabajar como rectificadores, reguladores de voltaje o como conductores de corriente en un solo sentido, en el proyecto de investigación este tipo de semiconductor se lo utilizo como rectificador de onda y, con la función de diodo de protección o marcha libre para la activación de relés electromecánicos la hoja de datos se encuentra en la siguiente grafica

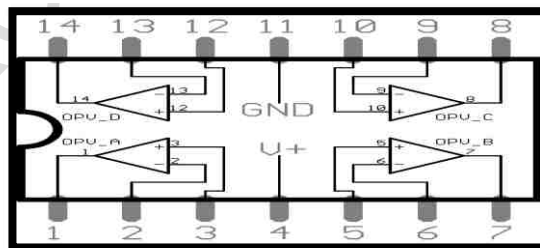
Figura 21 Diodo 1N4007



Fuente <http://www.diodes.com/datasheets/ds28002.pdf>

7.2.6 Amplificador Operacional Lm324

Figura 22 Amplificador Operacional LM 324




Fuente: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm124-n.pdf>

El circuito amplificador operacional utilizado es el LM 324 el cual presenta 4 amplificadores ,para disposición del proyecto se lo utiliza en el circuito PWM sincronizado con la red eléctrica, su función de trabajo es la de comparadores y de

buffer de acuerdo a su configuración los datos técnicos del circuito integrado es la siguiente

Figura 23 Características técnicas LM324



**TEXAS
INSTRUMENTS**

**LM124-N, LM224-N
LM2902-N, LM324-N**

SNV9C16D – MARCH 2000 – REVISED JANUARY 2015

LMx24-N, LM2902-N Low-Power, Quad-Operational Amplifiers

1 Features

- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain) 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply 3 V to 32 V
 - or Dual Supplies ± 1.5 V to ± 16 V
- Very Low Supply Current Drain (700 μ A) —Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Biasing Current 45 nA (Temperature Compensated)
- Low Input Offset Voltage 2 mV and Offset Current: 5 nA
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing 0 V to $V^+ - 1.5$ V
- **Advantages:**
 - Eliminates Need for Dual Supplies
 - Four Internally Compensated Op Amps in a Single Package
 - Allows Direct Sensing Near GND and V_{out} also Goes to GND
 - Compatible With All Forms of Logic
 - Power Drain Suitable for Battery Operation
 - In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage
 - Can Swing to Ground, Even Though Operated from Only a Single Power Supply Voltage
 - Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated
 - Input Bias Current is Also Temperature Compensated

2 Applications

- Transducer Amplifiers
- DC Gain Blocks
- Conventional Op Amp Circuits

3 Description

The LM124-N series consists of four independent, high-gain, internally frequency compensated operational amplifiers designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split-power supplies is also possible and the low-power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

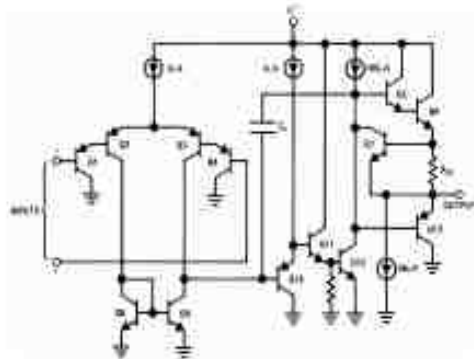
Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124-N series can directly operate off of the standard 5-V power supply voltage which is used in digital systems and easily provides the required interface electronics without requiring the additional ± 15 V power supplies.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM124-N	CDIP (14)	19.56 mm \times 6.67 mm
LM224-N	CDIP (14)	19.56 mm \times 6.67 mm
LM324-N	CDIP (14)	19.56 mm \times 6.67 mm
	PDIP (14)	19.177 mm \times 6.35 mm
	SOIC (14)	8.85 mm \times 3.91 mm
	TSSOP (14)	5.00 mm \times 4.40 mm
LM2902-N	PDIP (14)	19.177 mm \times 6.35 mm
	SOIC (14)	8.85 mm \times 3.91 mm
	TSSOP (14)	5.00 mm \times 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Schematic Diagram

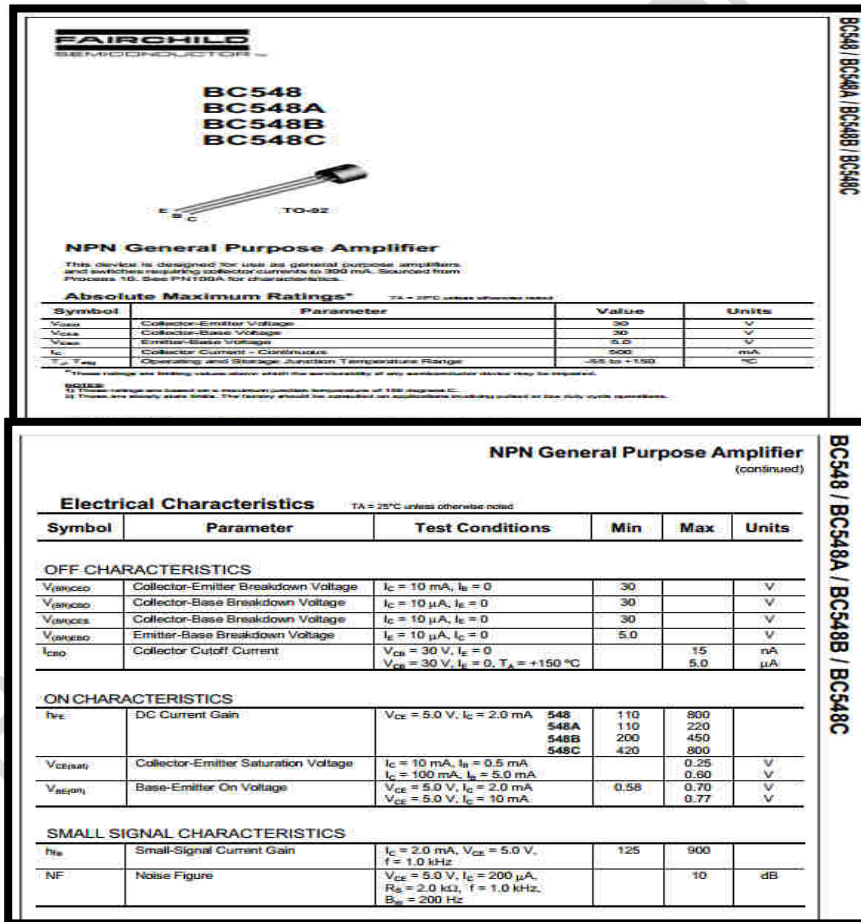


Fuente <http://www.diodes.com/datasheets/ds28002.pdf>

7.2.7 Transistor BC 548

El transistor es un dispositivo el cual puede estar fabricado por silicio o germanio, consta de tres pines los cuales son emisor base y colector, pueden trabajar como amplificadores como también de switch electrónicos, para el caso del proyecto de investigación se los implanto en los circuitos como switch electrónicos para manejar cargas eléctricas más elevadas, ya que los voltajes de salida que se quiere controlar únicamente proporcionan corrientes muy bajas que están en el rango de los miliamperios. La hoja de datos es la siguiente:

Figura 24 Transistor BC 548



Fuente <http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/fairchild/BC548.pdf>

7.2.8 OPTOACOPLADOR MOC 3010

El opto acoplador es un circuito muy importante a la hora de trabajar con potencias altas, en el caso particular se trabajó con resistencias eléctricas y válvulas

solenoides a un voltaje de 120 voltios AC, la resistencia de calentamiento del agua consume 15 amperios, y tienen que ser controladas por circuitos los cuales trabajan con corrientes muy pequeña, por tal razón se vio en la necesidad de aislar los circuitos de potencia con los de control y el optoacoplador es el indicado para realizar el trabajo.

El funcionamiento del optoacoplador es muy sencillo por medio de un haz de luz que emite un diodo es capaz de polarizar un transistor y este a su vez conmutar con otra fuente externa, el haz de luz lo que permite es aislar los circuitos de control con los de carga y evitar daños graves de las tarjetas electrónicas la hoja característica se encuentra a continuación:

Figura 25 Optoacoplador MOC 3010

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this Document by MOC3010/C

6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (250 Volts Peak)

The MOC3010 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to silicon lateral action triacs and designed for applications requiring isolated input triggering, non-clamped isolated ac switching, high electrical isolation (to 7500 Vdc peak), high detector stand-off voltage, small size, and low cost.

- For order devices that are tested and marked per VDE 8834 requirements, the suffix "TV" must be included at end of part number. VDE 8834 is a test option.

Recommended for 115 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Solenoids
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Interconnect Lamp Dimmers

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V _R	3	vdc
Forward Current — Continuous	I _F	50	mA
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C (Maximum Power in Transient Deltas above 25°C)	P _D	100	mW
		1.33	mW/°C
OUTPUT DRIVER			
DIP-Style Output Terminal Voltage	V _{CE(sat)}	200	Vdc
Peak Reverse Surge Current (Pulse = 1 ms, 1:10 duty)	I _{RM}	1	A
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C (Delta above 25°C)	P _D	300	mW
		4	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Instantaneous Voltage V _I (Peak ac Voltage, 50 Hz, 1 Second Duration)	V _{ICM}	7500	Vdc(±)
Total Power Dissipation @ T _A = 25°C (Delta above 25°C)	P _D	300	mW
		4.8	mW/°C
Junction Temperature Range	T _J	-40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range ⁽¹⁾	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T _{STG}	-40 to +150	°C
Soldering Temperature (100 μ)	T _S	260	°C

1. Maximum surge voltage, V_{ICM}, is an electrical device derating breakdown rating. See test conditions, Para. 1 and 2 also comment, and Para. A, D and E are comments.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions. Preferred devices are otherwise recommended unless for values are not test or not typical.
Data Subject to Change without notice. © Motorola, Inc.
(Replaces MOC3005/C)

STYLE 6 PLASTIC

STANDARD THREE HOLE CASE 728A-24

COUPLER SCHEMATIC

1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. EMITTER TERMINAL
5. SUBSTRATE
6. MAIN TERMINAL
DO NOT CONNECT

MOTOROLA

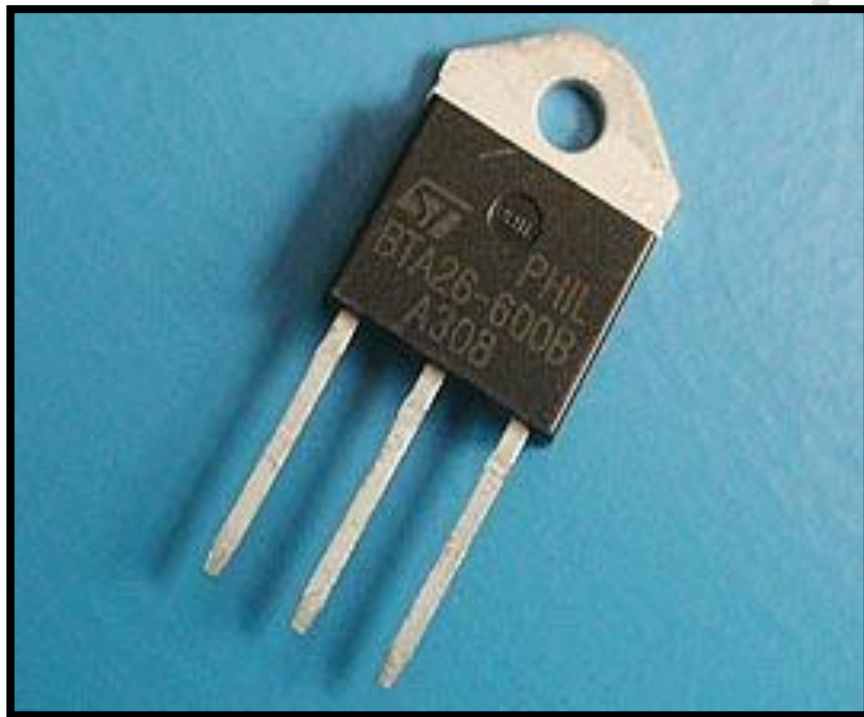
Fuente <http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/fairchild/LM7805.pdf>

7.2.9 Triac BD 26-600

El triac es un dispositivo semiconductor el cual es utilizado para la conducción de corriente para la activación de cargas que trabajen con voltajes alternos especialmente, pero también pueden trabajar con corriente continua. El triac

presenta tres pines los cuales son MT1, MT2 y Gate o compuerta, por MT1, se conecta la fase de la señal de 120 voltios y MT2, es la salida la cual se va a controlar mediante la activación de la compuerta o Gate, para el propósito de la investigación, en el control de la presión y temperatura del autoclave de esterilización el cual está directamente relacionado con la resistencia eléctrica de calentamiento es accionada por medio de un circuito electrónico que genera un PWM, sincronizado con la red eléctrica directamente a la compuerta del Triac, donde el control de calentamiento es más exacto.

Figura 26 TRIAC BTA-26-600



Fuente <http://www.oncomponents.com/bta26-600b-triac-26a-600v.html>

La hoja de datos característico del Triac BTA26-600, se muestra a continuación.



Figura 27 Datos técnicos Triac BTA 26-600

Characteristics		BTA24, BTB24, BTA25, BTA26 and T25 series					
1 Characteristics							
Table 1. Absolute maximum ratings							
Symbol	Parameter	Value	Unit				
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	DTRAJ / TC-225AB	$T_c = 100^\circ\text{C}$	25	A		
		FD21 / TOP2 Ins.	$T_c = 50^\circ\text{C}$				
		TC-225AB Ins.	$T_c = 75^\circ\text{C}$				
I_{TSM}	Non-repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial $\leq 25^\circ\text{C}$)	$F = 50\text{ Hz}$	$t_s = 20\text{ ms}$	250	A		
		$F = 50\text{ Hz}$	$t_s = 10\text{ ms}$	200			
I_{TSM}	Peak value for testing	$t_p = 10\text{ ms}$		340	A ¹⁾		
dv/dt	Critical rate of rise of on-state current ($I_T = 2 \times I_{TSM}$, $t_r \leq 100\text{ ns}$)	$F = 100\text{ Hz}$	$T_c = 125^\circ\text{C}$	50	A/μs		
V_{TSM}/V_{TSM}	Non-repetitive surge peak off-state voltage	$t_p = 10\text{ ms}$	$T_c = 25^\circ\text{C}$	$V_{TSM}/V_{TSM} \times 100$	V		
I_{GM}	Peak gate current	$t_p = 20\text{ μs}$	$T_c = 125^\circ\text{C}$	4	A		
P_{TGM}	Average gate power dissipation		$T_c = 125^\circ\text{C}$	1	W		
T_{JG} T_J	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			-40 to +100 -40 to +125	$^\circ\text{C}$		
Table 2. Electrical characteristics ($T_c = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified); Snubberless™ and Logic Level (J) quadrants) T25-Q, BTABT24...W, BTAS...W, BTA25...W							
Symbol	Test Conditions	Quadrant		T25			Unit
				T25B	CW	BW	
$I_{GT}^{(1)}$	$V_D = 12\text{ V}$, $R_{GT} = 33\text{ Ω}$	I - B - B	MAX.	35	35	30	mA
V_{GT}		I - B - B	MAX.	1.5			V
V_{GT}	$V_D = V_{GTSM}$, $R_{GT} = 3.3\text{ kΩ}$, $T_c = 125^\circ\text{C}$	I - B - B	MIN.	0.5			V
$I_{GT}^{(2)}$	$I_T = 200\text{ mA}$		MAX.	30	30	25	mA
I_{GT}	$I_T = 1.2\text{ A}$	I - B	MAX.	70	70	60	mA
		B		80	80	100	mA
$dv/dt^{(2)}$	$V_D = 87\% V_{TSM}$, gate open	$T_c = 125^\circ\text{C}$	MIN.	500	500	1000	V/μs
$(dI/dt)^{(3)}$	Without snubber	$T_c = 125^\circ\text{C}$	MIN.	13	13	20	A/ms

1. minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.
 2. for both polarities of I_T referenced to A1.
 3. for both polarities of I_T referenced to A1.

5712

Fuente http://www.oncomponents.com/uploads/datasheet/57_datasheet.pdf

Figura Datos técnicos Triac BTA 26-600

BTA24, BTB24, BTA25, BTA26 and T25 series				Characteristics		
Table 3. Electrical characteristics ($T_J = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified), Standard (4 quadrants), BTB24...B, BTA25...B, BTA26...B						
Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit	
$I_{GT}^{(1)}$	$V_D = 12\text{ V}$ $R_L = 33\ \Omega$	I - II - III - IV	MAX.	50 100	mA	
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3	V	
V_{OD}	$V_D = V_{DRM}$ $R_L = 3.3\ \text{k}\Omega$ $T_J = 125^\circ\text{C}$	ALL	MIN.	0.2	V	
$I_H^{(2)}$	$I_T = 500\ \text{mA}$		MAX.	80	mA	
I_L	$I_D = 1.2 I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	70	mA	
		II		160		
$dv/dt^{(2)}$	$V_D = 67\% V_{DRM}$ gate open	$T_J = 125^\circ\text{C}$	MIN.	500	V/ μs	
$(dv/dt)_c^{(2)}$	$(di/dt)_c = 13.3\ \text{A/ms}$	$T_J = 125^\circ\text{C}$	MIN.	10	V/ μs	
<p>1. minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.</p> <p>2. for both polarities of A2 referenced to A1.</p>						
Table 4. Static characteristics						
Symbol	Test Conditions			Value	Unit	
$V_T^{(1)}$	$I_{TM} = 35\ \text{A}$ $I_D = 380\ \mu\text{A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	MAX.	1.55	V	
$V_B^{(1)}$	Threshold voltage	$T_J = 125^\circ\text{C}$	MAX.	0.85	V	
$R_d^{(1)}$	Dynamic resistance	$T_J = 125^\circ\text{C}$	MAX.	16	m Ω	
I_{DRM} I_{RRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	MAX.	5	μA	
		$T_J = 125^\circ\text{C}$		3	mA	
1. for both polarities of A2 referenced to A1.						
Table 5. Thermal resistance						
Symbol	Parameter			Value	Unit	
$R_{\theta(j-c)}$	Junction to case (AC)		D ² PAK / TO-220AB	0.8	* CW	
			RDS1 (Insulated) / TOP3 Insulated	1.1		
			TO-220AB Insulated	1.7		
$R_{\theta(j-a)}$	Junction to ambient	⁽¹⁾ S = 1 cm ²	D ² PAK	45	* CW	
				TOP3 Insulated		50
				TO-220AB / TO-220AB Insulated		60
1. S = Copper surface under tab.						

Fuente http://www.oncomponents.com/uploads/datasheet/57_datasheet.pdf

7.2.10 PLC, S7-1200 Siemens

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas e automatización. Gracias a su diseño compacto configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. Se optó por este tipo de PLC, gracias a sus características técnicas y porque también maneja dos entradas análogo digital, las cuales son las variables a tratar para el caso del proyecto presión y temperatura, además de la programación que se realiza en scada o tipo escalera se configura en su software una lógica matemática que sea capaz de realizar un control PI, que es la parte más importante del proyecto.

Figura 28 PLC S7-1200



Fuente

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

La hoja característica se puede ver a continuación

Figura 30 Características PLC S7-1200

A.2.2 Datos técnicos de la CPU 1212C			
Datos técnicos			
Modelo	CPU 1212C AC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 212-1BD30-0XB0	6ES7 212-1HD30-0XB0	6ES7 212-1AD30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	90 x 100 x 75		
Peso	425 gramos	385 gramos	370 gramos
Disipación de potencia	11 W	9 W	
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1000 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	300 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		
Características de la CPU			
Memoria de usuario	25 KB de memoria de trabajo / 1 MB de memoria de carga / 2 KB de memoria remanente		
E/S digitales integradas	8 entradas/6 salidas		
E/S analógicas integradas	2 entradas		
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		
Ampliación con módulos de señales	2 SMs máx.		

Fuente

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

Figura 29 Características PLC S7-1200

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1211C AC/DC/mA	CPU 1211C DC/DC/mA	CPU 1211C DC/DC/DC
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Comunicación			
Número de puertos	1		
Tipo	Ethernet		
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • 3 para HMI • 1 para la programadora • 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario • 3 para CPU a CPU 		
Transferencia de datos	10/100 Mbit/s		
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC		
Tipo de cable	CAT5e apantallado		
Fuente de alimentación			
Rango de tensión	85 a 264 V AC	20,4 a 28,8 V DC	
Frecuencia de línea	47 a 63 Hz	-	
Intensidad de entrada CPU sólo a carga máx.	60 mA a 120 V AC 30 mA a 240 V AC	300 mA a 24 V DC	
CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	180 mA a 120 V AC 90 mA a 240 V AC	900 mA a 24 V DC	
Corriente de inrush (máx.)	20 A a 264 V AC	12 A a 28,8 V DC	
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC	Sin aislamiento	
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional	0,5 mA máx.	-	
Tiempo de mantenimiento (pérdida de potencia)	20 ms a 120 V AC 80 ms a 240 V AC	10 ms a 24 V DC	
Fusible interno, no reemplazable por el usuario	3 A, 250 V, de acción lenta		
Alimentación de sensores			
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC	L+ menos 4 V DC mín.	
Intensidad de salida nominal (máx.)	300 mA (protegido contra cortocircuito)		
Ruido de rizado máx. (<10 MHz)	< 1 V de pico a pico	Igual a la línea de entrada	
Aislamiento (lógica de la CPU a alimentación de sensores)	Sin aislamiento		
Entradas digitales			
Número de entradas	8		
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)		
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal		
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.		
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.		
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA		

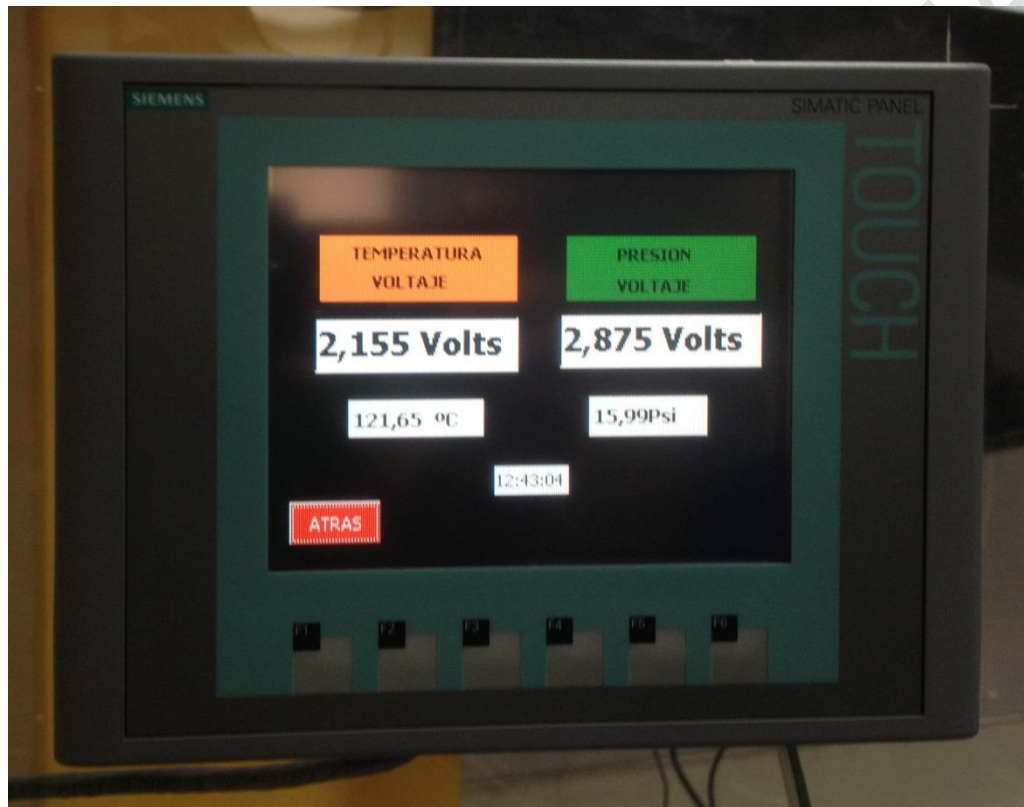
Fuente

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

7.2.11 PANTALLA HMI KTP 600 BASIC N

La pantalla HMI que en sus siglas en ingles es Human Machine Interface, ofrece la ventaja de representar un proceso gráficamente, donde el programador o usuario tiene el control y puede cambiar los parámetros establecidos en la planta. Este tipo de pantalla tiene la tecnología touch, que facilita establecer un control directo, sin necesidad de la utilización de los computadores portátiles o de mesa

Figura 30 Pantalla HMI KTP 600



Fuente <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/ind>

Las características técnicas de la HMI son las siguientes:

Figura 31 Características técnicas HMI KTP 600

8.8.1 Datos técnicos del KTP400 Basic y KTP600 Basic				
Peso				
	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Peso sin embalaje	aprox. 320 g		aprox. 1070 g	
Pantalla				
	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tipo	LCD mono FSTN		LCD-TFT	
Área activa del display	76,79 mm x 57,59 mm (3,8")	115,2 mm x 86,4 mm (5,7")		
Resolución, píxeles	320 x 240			
Colores representables	4 niveles de gris		256	
Regulación de contraste	Sí		No	
Categoría de error de píxel según DIN EN ISO 13406-2	-		II	
Retroiluminación	LED		CCFL	
Half Brightness Life Time, típico	30.000 h		50.000 h	
Unidad de entrada				
	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva			
Teclas de función	4	6		
Tiras rotulables	Sí			

Fuente <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/ind>

7.2.12 Resistencia eléctrica de inmersión

Las resistencias de inmersión están fabricadas para el calentamiento de sustancias o fluidos directamente, para el caso del proyecto, la función es elevar la temperatura del agua, hasta llegar al punto de ebullición, y como esta se encuentra en un recipiente herméticamente cerrado poder elevar la temperatura a niveles mayores de 121 grados centígrados o hasta los 134 grados.

Como su nombre lo indica resistencia de inmersión, es que puede estar directamente en contacto con el agua, y gracias a su estructura la cual la hace impermeable y aislante, lo que favorece trabajar con seguridad en este tipo de proyecto.

En la siguiente figura indica el tipo de resistencia se utilizó en el proyecto.

Figura 32 Resistencia eléctrica de inmersión



Fuente: Esta investigación.

Las características técnicas de la resistencia son:

Elementos tubulares en cobre niquelado o acero inoxidable AISI 321 de diámetro 8 mm.

Cabezales roscados de latón estampado

Caperuza de protección de poliamida o de acero cromado trivalente, con grado de protección contra la humedad IP 40

Soldadas con aleación de plata, para tubo inoxidable y con aleación de cobre para tubo de cobre.

Voltaje de suministro 120 voltios AC

Corriente de trabajo 11.875 amperios

Potencia: 1425 Watts

7.3 ANÁLISIS DE ESCALAS

Una autoclave es un recipiente hermético en el que se realiza la esterilización de equipo y material médico quirúrgico. También estos equipos se utilizan para la esterilización de material de vidrio en laboratorios de análisis clínicos y bacteriológicos.

Se definió escala como la relación entre la medida lineal representada en el bosquejo de un determinado objeto y la medida lineal de este mismo objeto en la realidad.

La escala en la que trabajo el proyecto es la escala natural o escala real 1:1 que reproduce el objeto con su mismo tamaño.

Figura 33 Escala 1:1

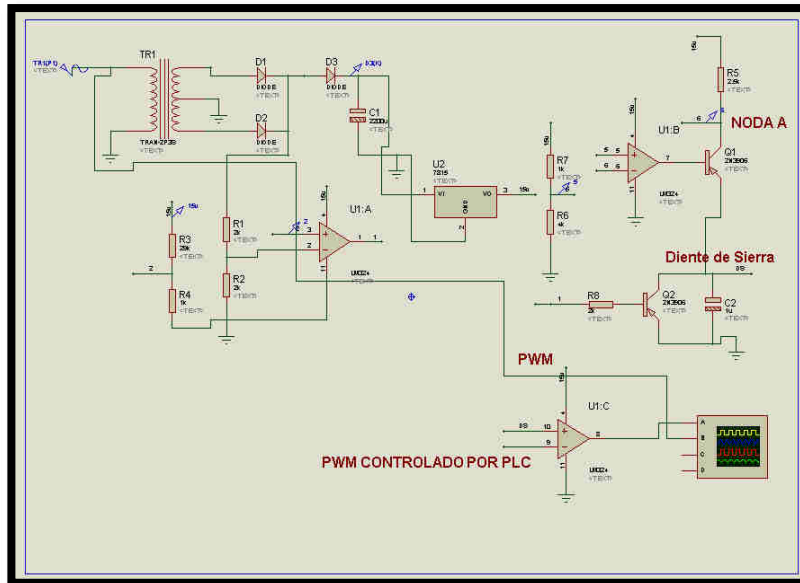


Fuente esta investigación

7.4 ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS

7.4.1 Circuito PWM, sincronizado con la red eléctrica

Figura 34 PWM sincronizado con la red eléctrica



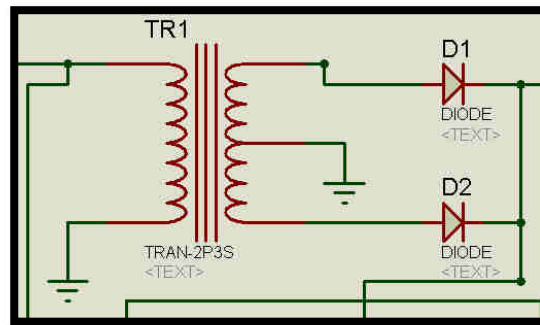
Fuente: Esta investigación.

El circuito PWM, sincronizado con la red eléctrica fue diseñado con la característica principal de generar un control en el ancho de pulso de disparo para el circuito de potencia (Triac), en el ángulo de fase deseado por el controlador PID, que genera el PLC para incrementar o decremento la cantidad de corriente que se inyecta a la resistencia eléctrica que hervirá el agua produciendo vapor saturado en la recámara de esterilización.

Para el diseño del circuito consta de un transformador reductor el cual es alimentado con 120 voltios en corriente alterna, a su salida genera un potencial de dos líneas de 12 voltios AC, con tap central, por motivos de diseño se optó por este tipo de transformador con esta característica para así de esta manera compartir tierras, la causa principal fue que el control PLC, es un equipo que trabaja con 24 voltios DC, y para que trabaje conjuntamente con los circuitos diseñados por parte del grupo investigador debía compartir o tener una tierra en común, la particularidad de tener tierra común sin importar si es corriente alterna o continua no produce ningún efecto para los circuitos únicamente hace cerrar la trayectoria de la maya que se encuentre en funcionamiento

Luego la señal de 12 voltios AC, se procede a la rectificación para general un potencial en corriente continua, como presenta la alimentación AC, presenta tap central únicamente se necesitan dos diodos, los cuales su referencia es 1n4007

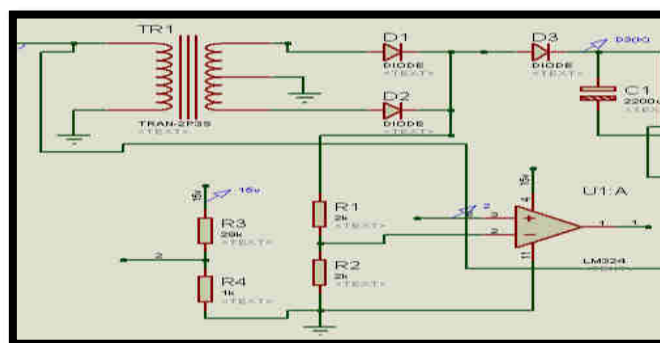
Figura 35 Transformador y rectificador tap central



Fuente: Esta investigación.

En la etapa de rectificación de onda completa, tiene la característica que no presenta capacitor para generar un voltaje en continua “pura”, esto se debe porque se necesita una señal que va variando en el tiempo, esta es comparada con un amplificador operacional LM 324 que luego entregara otra señal pero en función de continua, la cual será una onda cuadrada. Cuando el potencial pasa por el punto cero de la onda rectificada que se encuentra oscilando a 120 Hertz, (cero voltios) esta ira incrementado en el tiempo hasta llegar al punto de los 0,5 voltios rms, en este instante se genera la onda cuadrada, y cuando el voltaje es superior, quedara en un estado bajo hasta iniciar el próximo ciclo. Para la utilización de la señal es importante instalar el diodo 1N 4007, que se encuentra en el circuito como D3, que separa la onda rectificada sin filtrar con la ya filtrada.

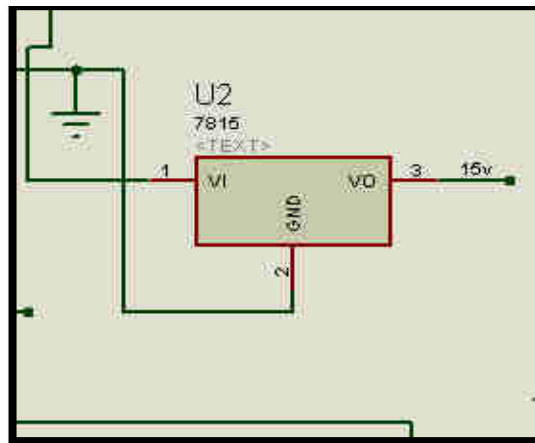
Figura 36 Aislamiento señal rectifica con filtro y sin filtro



Fuente: Esta investigación.

La etapa de regulación a 15 voltios en corriente continua es generada por un dispositivo denominado LM 7815, con este potencial se alimentara la parte de del amplificador operacional y los divisores de voltaje, como también lo correspondiente a la fuente de corriente constante.

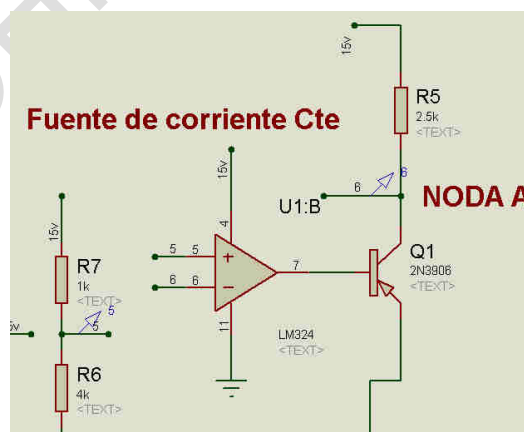
Figura 37 Regulador de tensión LM 7815



Fuente: Esta investigación..

Por otra parte se encuentra el circuito el cual es la fuente de corriente continua la cual es calibrada para producir una corriente de 1,2 mA, sin importar la carga a la cual sea sometida

Figura 38 Fuente de corriente constante a 1,2 mA



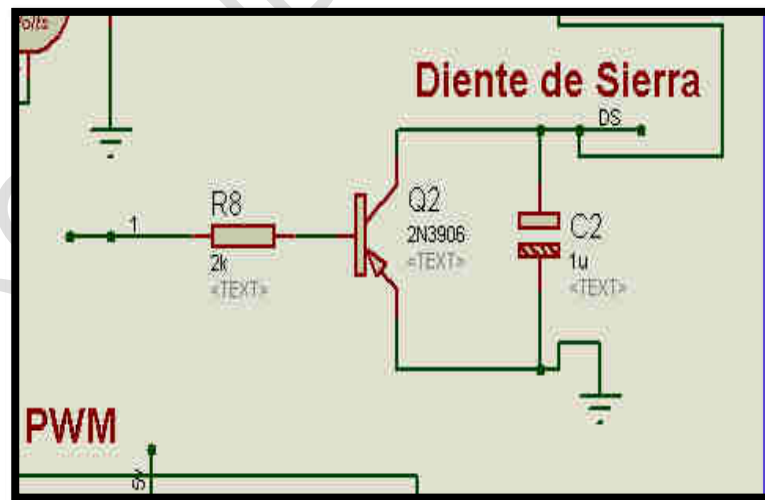
Fuente: Esta investigación.

La fuente de corriente constante está diseñada con un amplificador operacional LM 324 el cual se conecta como buffer seguidor, un transistor PNP de referencia 2n3906, un divisor de voltaje R7 y R6, y de una resistencia R5.

El voltaje que entra por el pin 5 del amplificador operacional proviene de divisor de tensión, el cual suministra una tensión de 12 voltios, por otra parte la patilla 6 del amplificador entra una voltaje de 12 voltios debido que la resistencia R5 tiene una caída de 3 voltios, en consecuencia la corriente que circula por R5, es de 1,2 mA, de acuerdo al diseño. Ahora sin importar la carga que se le conecte al transistor Q1, la corriente siempre será constante inclusive si el emisor del transistor se polariza a tierra la corriente que circulara por este pin será la misma

Para general la onda de tipo diente de sierra es necesario el siguiente elemento: una resistencia de 2K denominada R8, un transistor PNP de referencia 2N 3906 y un capacitor de 1 uF a 25 voltios. El funcionamiento es producido porque a un lado de la resistencia se le inyecta la forma de onda generada en el cruce por cero el cual tiene una amplitud de 10 voltios en el momento que se encuentra en estado alto la señal, polariza el transistor Q2, en este instante de tiempo coloca en corto al capacitor C2 de un microfaradio, el tiempo de carga del capacitor está dado por la capacitancia que presenta, además para su funcionamiento es necesario conectar la fuente de corriente de 1,2 mA, de acuerdo a los cálculos de los diseños propuestos

Figura 39 Señal de tipo diente de sierra



Fuente esta investigación

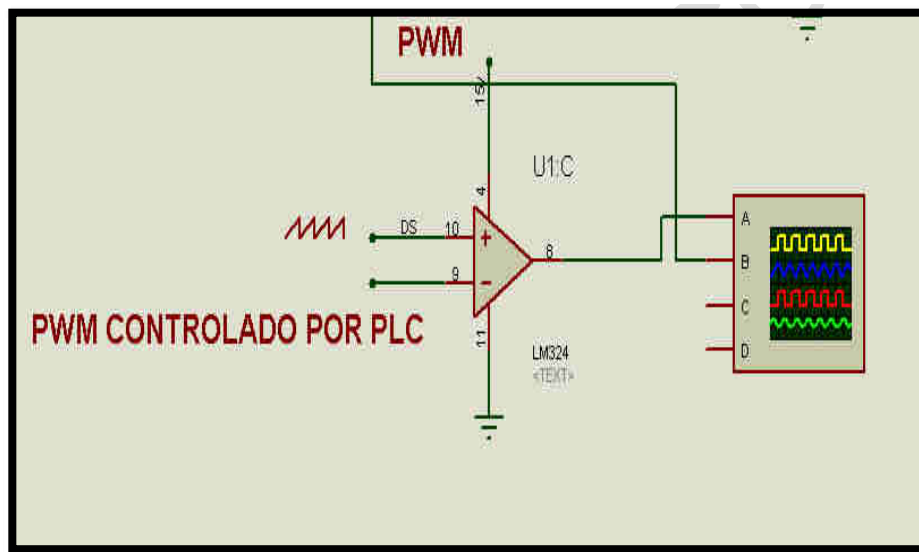
En consecuencia para general el PWM, controlado por la red eléctrica se necesitan los siguientes circuitos , un amplificador operacional LM 324, y la entrada analógica del PLC Siemens S7-1200, el cual entrega una señal de voltaje

que varía desde 0 voltios hasta 10 voltios, los cuales controlaran el disparo del Triac.

Para la conexión del circuito es la siguiente: por el pin 10 del amplificador operacional entra la señal de diente de sierra, por el pin número 9 del mismo entra la señal proveniente del PLC, que estará variando en el rango de los 0 10 voltios, de acuerdo a lo que genere el control PI y por el pin número 8 del operacional es la salida de PWM.

El circuito operacional en este caso está configurado para trabajar como comparador, a medida que la señal de la diente de sierra va incrementado el voltaje será comparado con la señal que proviene del PLC, el cual será tomado como referencia.

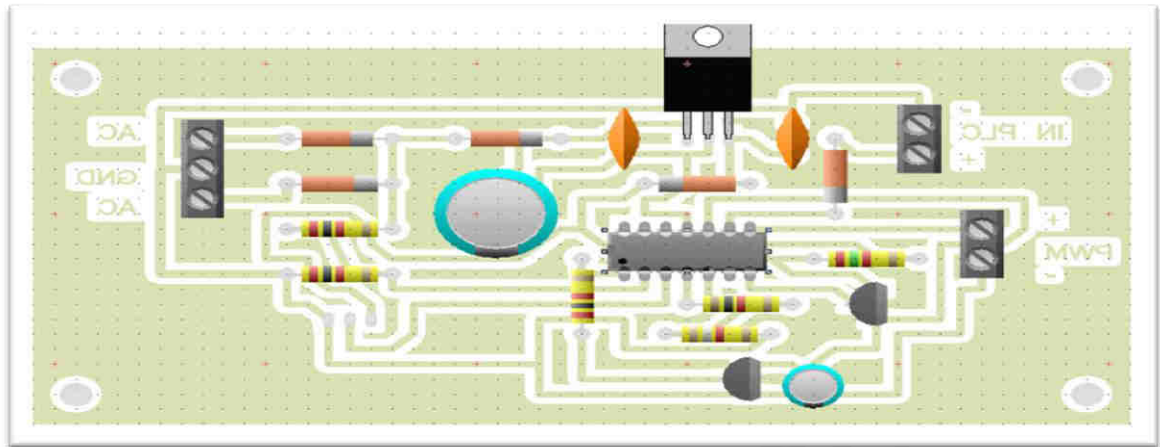
Figura 40 Circuito generador de PWM



Fuente: Esta investigación.

El diseño de la tarjeta se la observa en la siguiente figura

Figura 41 Tarjeta electrónica PWM

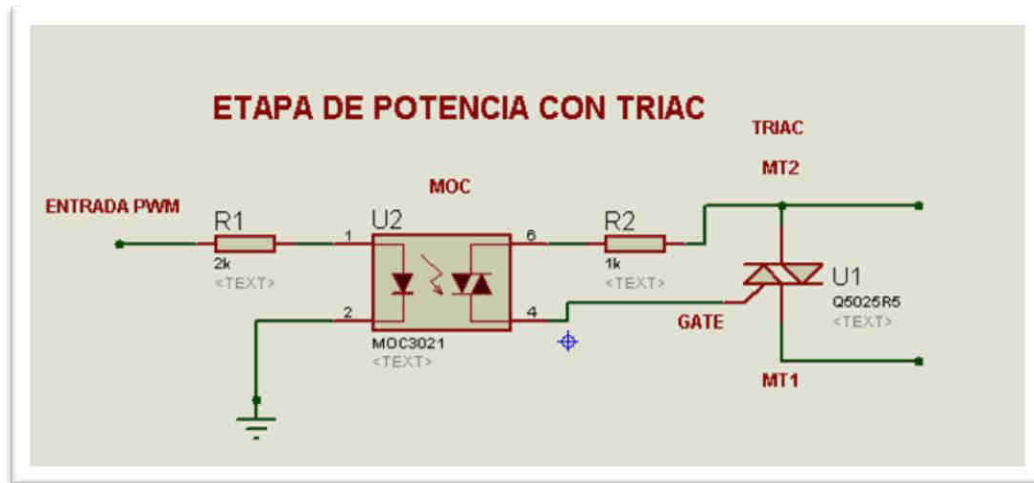


Fuente esta investigación

7.4.2 Circuito de potencia con Triac

La tarjeta de potencia es la encargada de suministrar la corriente necesaria para activar la resistencia de calentamiento, está controlada por la tarjeta donde proviene el PWM, de acuerdo a esta señal que recibe, la tarjeta de potencia actúa e inyecta la potencia necesaria para hacer el control.

Figura 42 Circuito potencia con Triac



Fuente: Esta investigación.

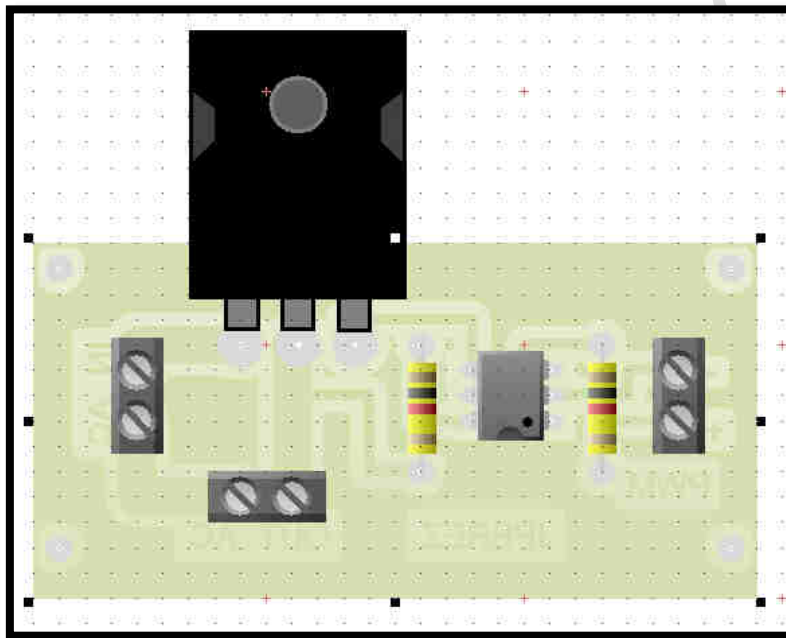
Por la resistencia R1 de 2K ohm es inyectada la señal proveniente del PWM sincronizada con la red eléctrica, la cual polariza el fotodiodo que se encuentra en el opto acoplador MOC 3021, quien hace a su vez polarizar un diac interno el cual

permite el paso de la corriente en los dos ciclos de la onda senoidal proveniente de la red eléctrica.

En la pata 6 del MOC 3021 se conecta una resistencia de 1 Kohm, la cual limita la corriente de entrada hacia el diac, del pin 4 del circuito integrado se conecta directamente hacia la compuerta o gate, del Triac 26 600, la patilla MT2 se conecta la resistencia como también una línea a el circuito de carga, para el diseño esta pata se conecta directo a la resistencia de calentamiento de agua para producir vapor, en la patilla 1 del Triac se conecta la entrada de corriente alterna.

El diseño de la tarjeta de potencia con Triac se observa en la siguiente grafica

Figura 43 Tarjeta de potencia con Triac

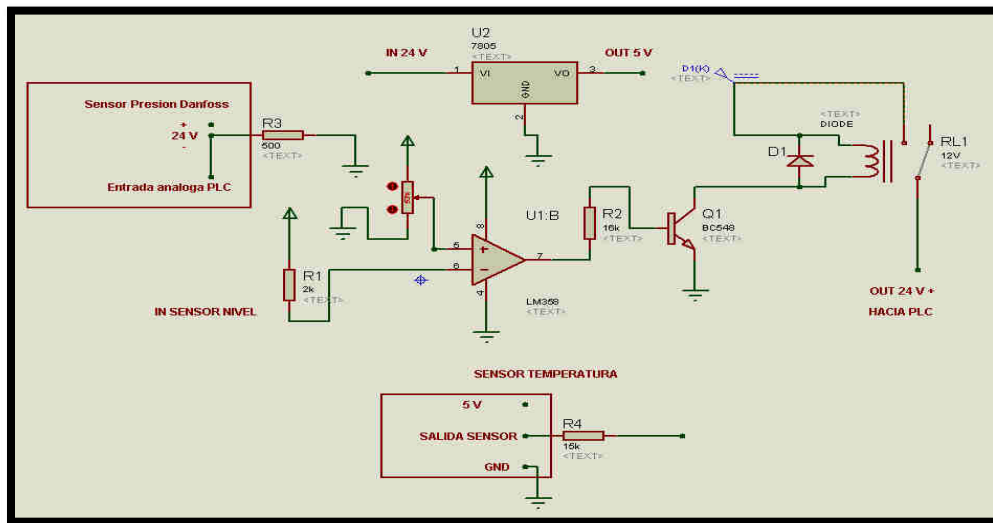


Fuente: Esta investigación.

7.4.3 Circuito de adquisición de señales de temperatura presión y nivel

Para el diseño del circuito, en el cual está incorporado las entradas análogas que emiten los sensores de nivel, presión y temperatura es la siguiente

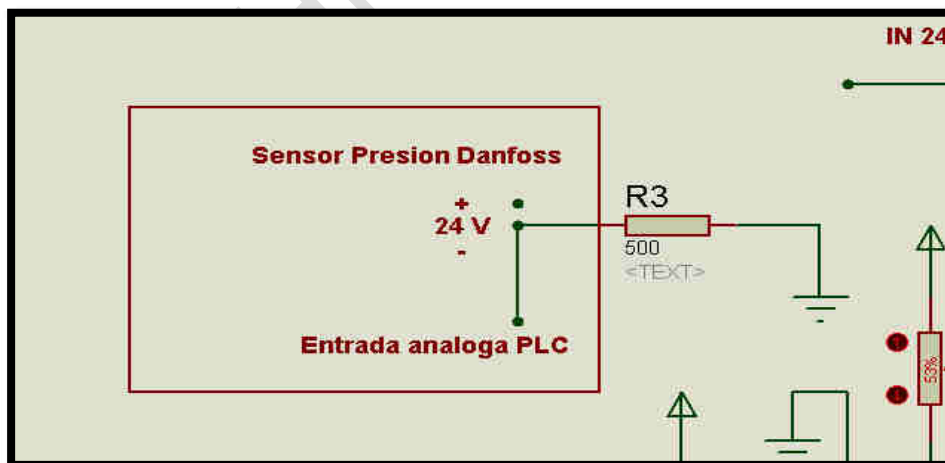
Figura 44 Diseño circuito adquisición de datos de los sensores



Fuente: Esta investigación.

El circuito de adquisición de datos de los sensores se divide en tres partes por un lado se tiene la alimentación del sensor de presión el cual es 24 voltios, como este tipo de sensor trabaja en función de amperaje, se optó por adecuarle una resistencia de 500 ohm que va conectada en serie al pin número dos del sensor, esto para que los valores que arroje de datos de presión sean en función de voltaje.

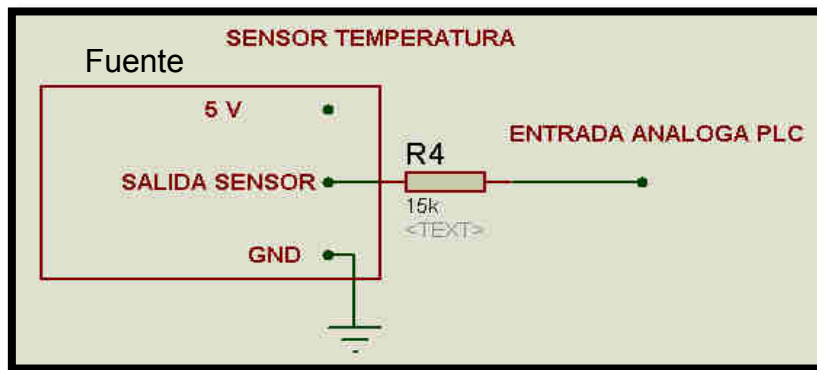
Figura 45 Circuito adquisición datos sensor presión



Fuente: Esta investigación.

Para el circuito de temperatura, el cual su sensor presenta tres cables donde dos son de alimentación a 5 voltios, y uno de control, el cual por medio de una resistencia de 15 K ohm, va conectado directamente hacia una entrada análoga del PLC. El regulador de voltaje LM 7805 es únicamente para alimentar el sensor de temperatura.

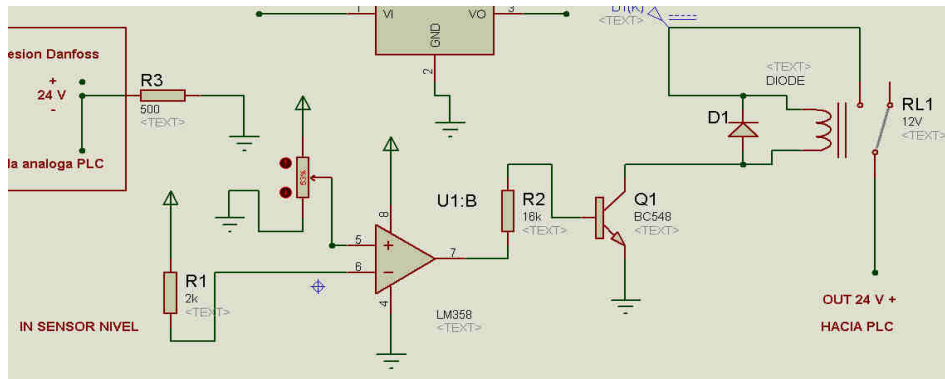
Figura 46 Circuito adquisición datos sensor temperatura



Fuente: Esta investigación.

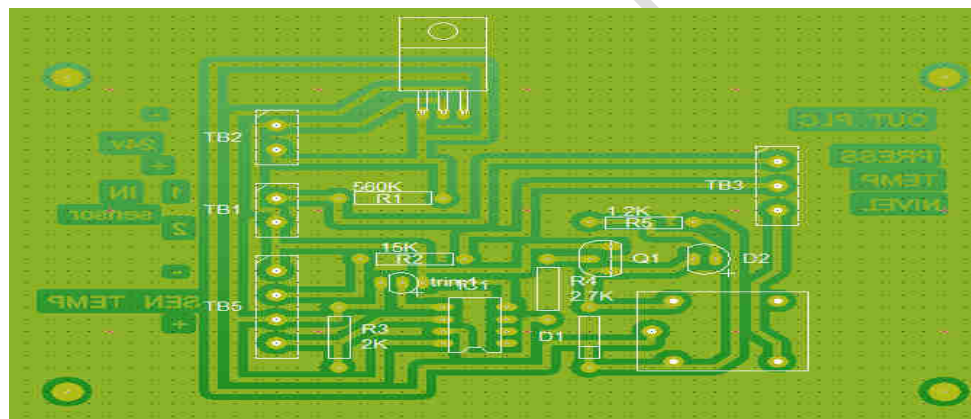
En el control de nivel se diseñó una tarjeta la cual verifica en que cantidad de agua se encuentra la recamara del autoclave, para ello se configuro el amplificador operacional como comparador, el sensor de nivel trabaja como una resistencia variable, la cual indica en qué posición se encuentra el agua cuando hace contacto con la superficie del sensor, el voltaje de referencia se lo calibre a 4,7 voltios, los cuales indican que la recamara se llena con una cantidad de 200 cm^3 , cuando no detecta nivel de agua el sensor envía una señal de 5 voltios, y a medida que el sensor es cubierto por el agua su resistencia va disminuyendo. Dependido del valor que se lo calibre el circuito operacional, enviara a su salida por el pin un estado alto, con el cual se polariza un transistor BC 548 NPN, para activar un relé de 24 voltios DC y este a su vez envía un estado alto hacia el PLC, el cual indica que el nivel de agua es correcto

Figura 47 Circuito control nivel de agua



Fuente esta investigación

Figura 48 Tarjeta adquisición sensores



Fuente: Esta investigación.

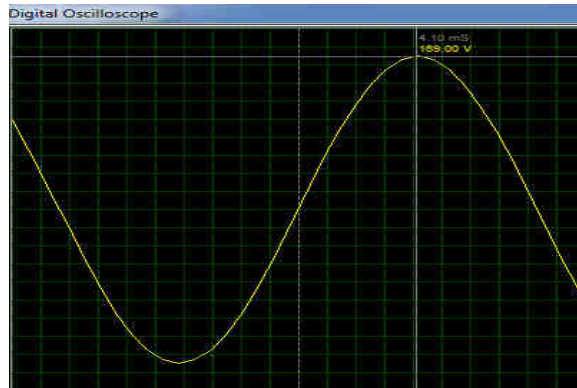
7.5 ANÁLISIS DE CÁLCULOS MATEMÁTICOS

7.5.1 Detector de cruce por cero

Para la realización del control de la carga eléctrica hacia la resistencia de calentamiento del autoclave fue necesario la utilización de implementar un circuito denominado detector de cruce por cero con respecto a la onda senoidal con una amplitud de 169,7 voltios pico en corriente alterna que es suministrada por la red eléctrica el cual su valor R_{ms} es 120 Voltios AC, el cual se demuestra a continuación

Voltaje de alimentación es 120 Voltios rms y su voltaje pico está dada por la siguiente formula:

Grafica 2 Señal senoidal 120 Vac rms



Fuente esta investigacion2015

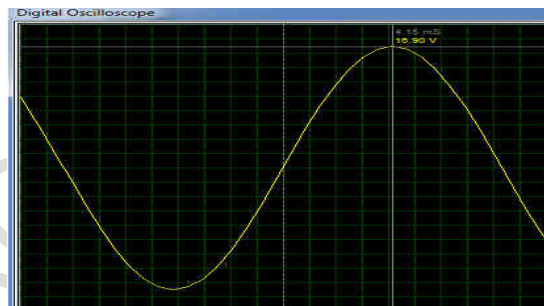
$$V_p = V_{rms} * \sqrt{2}$$

$$V_p = 120 * \sqrt{2} = 169.7 \text{ voltios AC}$$

La anterior señal es inyectada a un transformador reductor el cual su voltaje de salida en el secundario está dado por la siguiente formula:

$$V_p = 12 * \sqrt{2} = 16.9 \text{ voltios A}$$

Grafica 3 Salida transformador 12 Vac rms



Fuente: Esta investigación.

Se procede a rectificar la señal senoidal obtenida en el secundario del transformador con una frecuencia de 120 Hertz, obteniendo los siguientes resultados

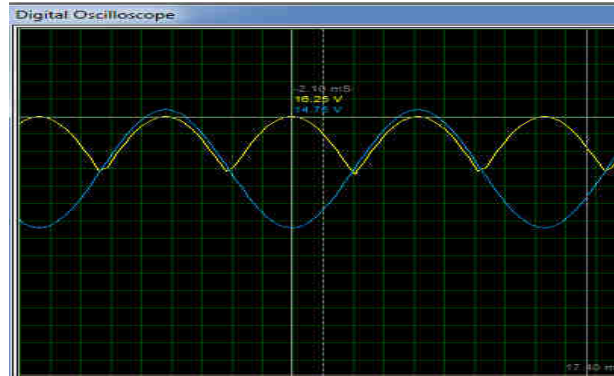
$$V_{p\text{continua}} = V_p - 0,7 \text{ voltios}$$

$$V_{p\text{continua}} = 16.9 - 0,7$$

$$V_{p\text{continua}} = 16.2 \text{ Vcd}$$

La forma de onda amarilla corresponde a la señal rectificada con una frecuencia de 120 Hertz

Grafica 4 Señal de salida rectificada

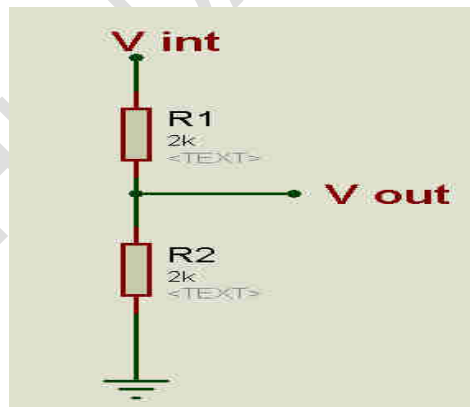


Fuente esta investigación

Obtenido voltaje de 16.2 voltios pico en continua se procede a realizar un divisor de voltaje para obtener una diferencia del 50% del voltaje de entrada, la fórmula para realizar el divisor de voltaje es:

$$V_{out} = \frac{V_{in} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Figura 49 Divisor de Voltaje



Fuente: Esta investigación.

La R1 hace referencia a la resistencia conectada a positivo de la fuente, en este caso es a 16.2 voltios en continua y R2 se conecta directamente a tierra, el nodo entre las dos resistencias será el divisor. Los valores de las resistencias son de 2K ohms

$$V_{out} = \frac{V_{in} \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = \frac{16.2 \cdot 2K \text{ ohms}}{2K \text{ ohms} + 2K \text{ ohms}}$$

$$V_{out} = 8.1 \text{ voltios dc}$$

Luego este voltaje de 8.1 voltios DC, con la particularidad que no debe tener filtro o un capacitor para que la señal sea continua pura se aplica directamente a un circuito operacional el cual se encuentra configurado como comparador en su pin negativo, el circuito integrado es el Lm324, y en su pin positivo se conecta una señal también en configuración de divisor de voltaje pero utilizando un potenciómetro de 10 K ohms el cual debe estar calibrado en 0,5 voltios de corriente continua provenientes del regulador 7815 el cual se encuentra en el circuito

La fórmula para realizar el comparador es la siguiente

$$V_{out} = AOL (V1 - V2)$$

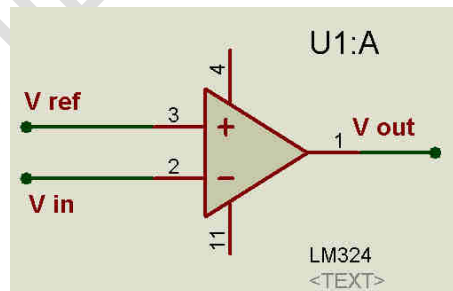
AOL hace referencia a la ganancia en lazo abierto y corresponde a un valor de 200.000.

$$V_{out} = 200.000(\text{variación del voltaje en el ciclo positivo} - 0,5)$$

De acuerdo a lo anterior se puede definir

- Si $V1 > V2 =$ Voltaje salida $+V_{cc}$
- Si $V1 < V2 =$ Voltaje de salida = 0 voltios
- Si $V1 = V2 =$ Voltaje de salida = 0 voltios

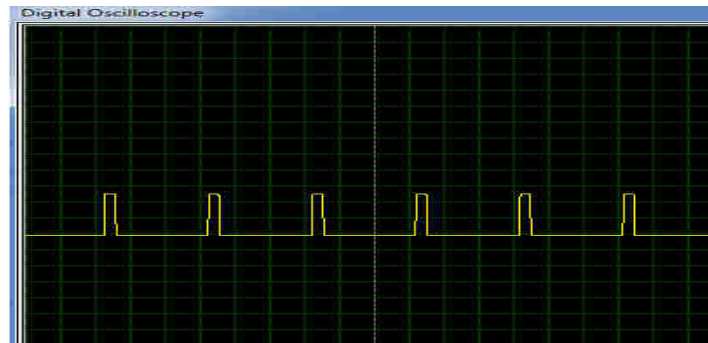
Figura 50 Amplificador operacional como comparados



Fuente esta investigación

Con todo lo anterior se tiene una señal cuadrada sincronizada con la red eléctrica

Grafica 5 Forma de onda de salida del amplificador operacional



Fuente esta investigación

En la siguiente gráfica se encuentra el detector de cruce por cero con una amplitud de 10 voltios DC con respecto a la señal senoidal rectificada la señal amarilla representa el sincronismo de cruce por cero y la señal roja hace referencia a la señal rectificada

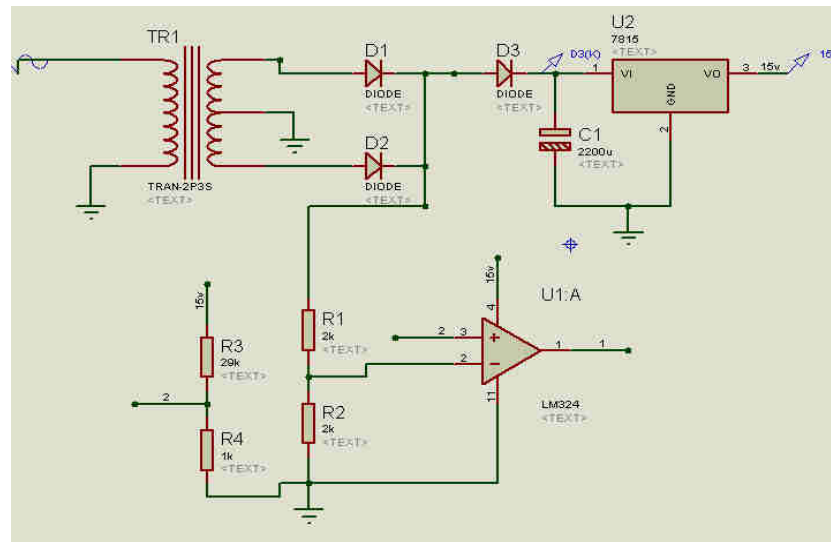
Grafica 6 Forma de onda rectificada Azul y detector de cruce por cero señal Amarilla



Fuente: Esta investigación.

En la siguiente demuestra la conexión del circuito detector de cruce por cero

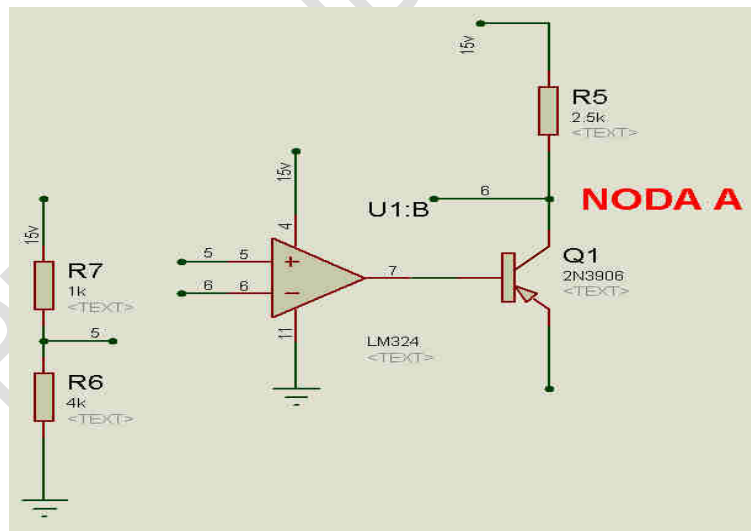
Figura 51 Circuito detector de cruce por cero



Fuente: Esta investigación.

7.5.2 Fuente De Corriente Continua De 1,2 mA

Figura 52 Circuito fuente de corriente de 1.2 mA



Fuente: Esta investigación.

La fuente de corriente continua se desarrolló con la utilización de un circuito operacional Im324, una resistencia de 2.5 K ohm, un divisor de tensión de 12



voltios y un transistor 2n3906, para calcular la resistencia R5 donde en el NODO A, debe haber una caída de 12 voltios es

$$V_r = 15V_{DC} - 12V_{DC}$$

$$V_r = 3 \text{ voltios}$$

V_r es voltaje de resistencia en este caso hace referencia a R5

Por ley de ohm se tiene

$$i_l = \frac{15-12}{R_5}$$

i_l es corriente que circulara por la R5

Ahora con estos datos se tiene la caída de tensión la cual debe ser constante en el NODO A luego se procede a calcular la resistencia que debe ir para que el voltaje sea de 3 voltios en corriente continua mediante la siguiente formula:

Datos $I_L = 1,2 \text{ mA}$

Se despeja R5

$$R_5 = \frac{15 - 12}{I_L}$$

$$R_5 = 2,5 \text{ K ohms.}$$

Para el cálculo de las resistencias para el divisor de voltaje el cual va conectado al pin positivo del circuito operacional es:

Datos.

$V_{\text{divisor}} = 12 \text{ voltios corriente continua}$

$V_{in} = \text{ voltaje de la fuente de } 15 \text{ voltios continua}$

$$V_{\text{divisor}} = \frac{V_{in} \cdot R_6}{R_7 + R_6}$$

$$12 \text{ VDC} = \frac{15 \cdot R_6}{R_7 + R_6}$$

$$12R7 + 12R6 = 15R6$$

$$12R7 = 3R6$$

$$12R7/3 = R6$$

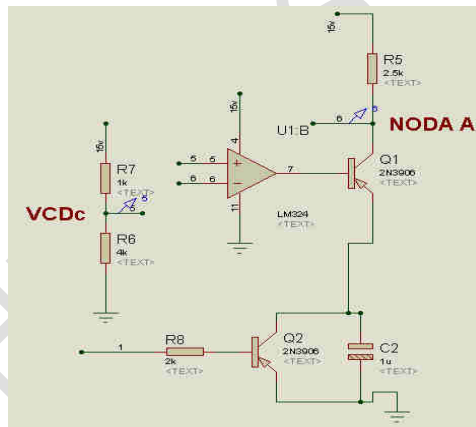
$$4R7 = R6$$

Lo cual indica que se debe colocar en el circuito la Resistencia R6 de un valor a cuatro (4) veces la Resistencia R7, en el caso sería $R6 = 4K \text{ ohm}$ y R7 equivalente a $1K \text{ ohm}$. Para tener una fuente de corriente constante.

7.5.3 Señal Diente de Sierra

Para generar una señal de diente de sierra es necesario tener la fuente de corriente constante en la siguiente grafica se observa la conexión el cual consta de una resistencia de $2K \text{ ohm}$ que polariza el transistor 2N3906 y este a su vez por medio del colector se conecta con un capacitor de $1 \mu\text{f}$.

Figura 53 Generador de diente de sierra



Fuente esta investigación 2015

A la entrada de R8 se aplica el pulso que se generó en la forma de onda cuadrada por el detector de cruce por cero, cuando está en estado alto polariza el transistor el cual conmuta el emisor con el colector colocando en corto el capacitor C2, como la fuente de corriente es constante no existe corto, debido que no importa la carga conectada la corriente siempre será la misma en el caso será de $1,2 \text{ mA}$, generando una señal o forma de onda de diente de sierra.

Para calcular la corriente que circula por el capacitor es:

$$Vc(t) = \frac{1}{c} * \int_{t0}^{t1} ic(t)dt$$



$$Vc(t) = \frac{1}{c} ic \int_{t_0}^{t_1} dt Vc(t) = \frac{1}{c} * ic * t \Big|_{t_0}^{t_1}$$

$$* Vc(t) = \frac{1}{c} ic * T$$

to y t1 en este caso será de 8.33 ms se toma como un periodo T y se lo reemplaza en la ecuación $* Vc(t) = \frac{1}{c} ic * T$

Por lo tanto $\frac{1}{c} * ic$ son constantes, se puede decir que se lo toma como la pendiente ya que la formula general de la recta es $Y=mx$ que pasa por el origen

$$Y=mx$$

$$m=\frac{1}{c} * ic$$

Por lo tanto se tiene:

$$\frac{Vc(t) * c}{T} = ic$$

$$\frac{10v * 1\mu f}{8,33 * 10^{-3}} = ic$$

$$ic = 1,2 mA$$

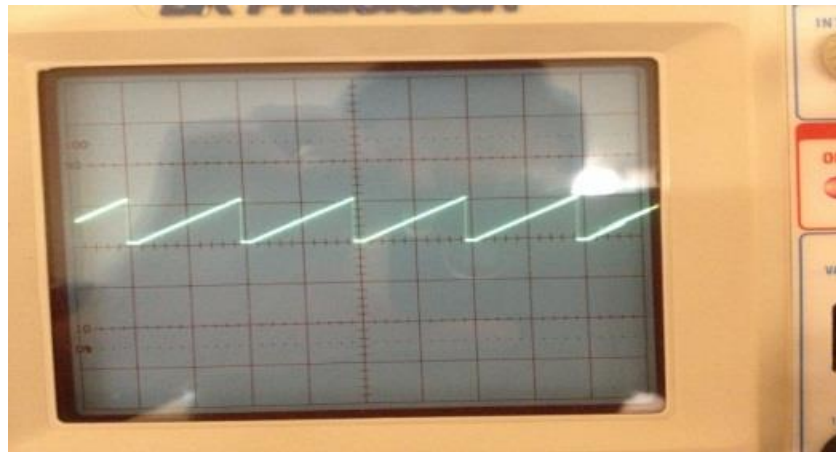
Por lo anterior fue que se diseñó la fuente de corriente constante de 1,2 mA.

7.5.4 PWM sincronizado con la red eléctrica

Para adecuar el pwm se necesita de un operacional el cual trabaja como comparador, el pin negativo del operacional va conectado a la salida analoga del PLC, el cual generara una variación de voltaje de 0 a 5 voltios en corriente continua y el pin positivo del circuito operacional se conecta a la salida de la señal de diente de sierra.



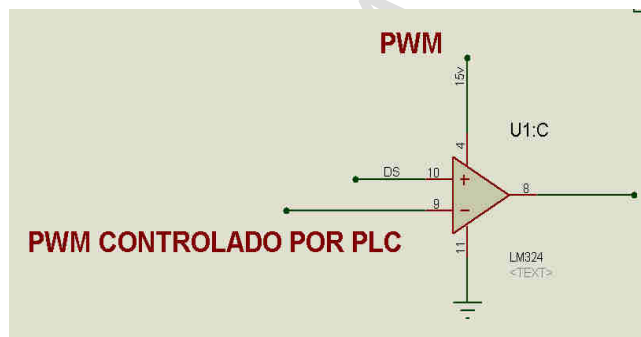
Figura 54 Señal diente de sierra



Fuente: Esta investigación.

En la siguiente grafica se observa la conexión

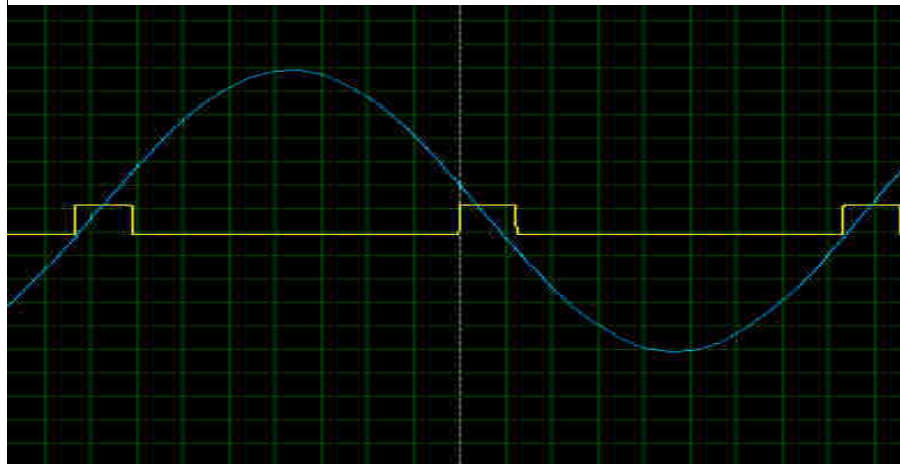
Figura 55 Salida de PWM



Fuente: Esta investigación.

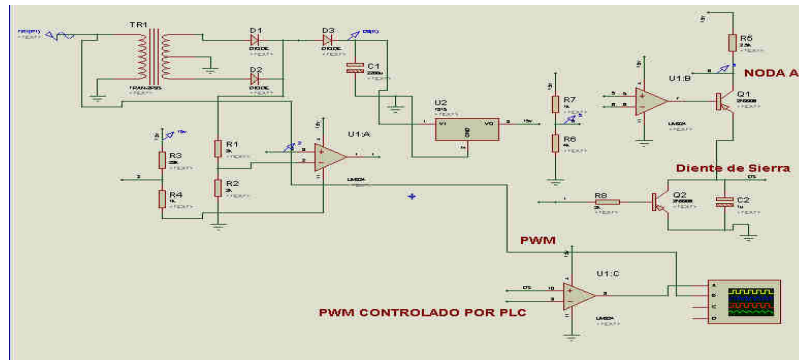
La señal de pwm es la siguiente

Grafica 7 Señal de salida de PWM sincronizado con la red eléctrica



Fuente esta investigación

Figura 56 Circuito PWM sincronizado con la red eléctrica



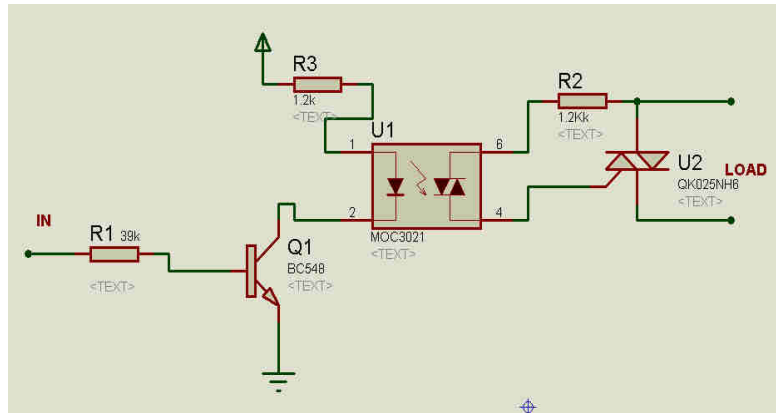
Fuente: Esta investigación.

7.5.5 Circuito potencia de válvulas

El circuito fue diseñado para activar las válvulas electromecánicas mediante la utilización de Triac, que es un semiconductor que permite la conmutación de en corriente alterna, para ellos debe contar con una resistencia de compuerta para su activación, y la etapa de acople o aislamiento entre voltajes de control y potencia como lo es el optoacoplador el cual es operado por medio de un transistor.

Para polarizar el transistor y active el optoacoplador se necesitan los siguientes elementos: transistor BC548, una resistencia de 39K ohms, resistencia de 1.2 k ohm y opto acoplador moc 3010, el circuito se indica en la siguiente grafica

Figura 57 Circuito de control de potencia



Fuente esta investigación 201

Para activar el opto acoplador moc, se necesita una corriente de 20 mA, para ello calculamos la resistencia de ánodo a la cual la alimentación es de 24 voltios corriente continua. Por ley de ohms se tiene

$$R3 = \frac{24v}{20ma}$$

$$R3 = 1200 \text{ ohm} = 1,2 \text{ K ohm}$$

La resistencia a utilizar es de 1,2 K ohms

Por la resistencia R3 y el fotodiodo circula una corriente de 20 mA, la cual será la misma en el transistor Q1 entre emisor y colector se tiene:

Corriente de colector $I_c = 20 \text{ mA}$

Voltaje de fuente de base es 24 voltios

Para calcular la corriente de base $I_b = \frac{I_c}{\beta}$

$$I_b = \frac{20 \text{ mA}}{30}$$

$$I_b = 666.6 \cdot 10^{-6} \text{ Amp}$$

Por lo tanto se calcula la resistencia de base

$$R_b = \frac{24 - 0,7}{666.6 \cdot 10^{-6} \text{ Amp}}$$

$$R_b = 34.953,49 \text{ ohms} \sim 35 \text{ k ohm}$$



Como resistencia de 35 K ohm no se encuentra en el mercado se aproxima a la de 39 K ohm.

7.5.6 Circuito sensor de temperatura

Para la adquisición de la señal de temperatura se optó utilizar un sensor de temperatura pt 100, la cual es el correcto para el tipo de trabajo en el autoclave

Para el cálculo de la señal análoga de temperatura se tomó como referencia dos termómetros digitales y en las pruebas de temperatura se realizaron un promedio de 150 muestras, y obteniendo como resultado el comportamiento en función del voltaje del sensor para así encontrar la ecuación característica la cual es llevada hacia el microcontrolador o hacia el control

datos obtenidos del sensor de temperatura

Centígrados	voltaje
1	0,396
2	0,400
3	0,410
4	0,425
5	0,447
6	0,466
7	0,480
8	0,497
9	0,517
10	0,538
11	0,558
12	0,576
13	0,596
14	0,613

Ya con los datos obtenidos se procedió a realizar la obtención de la pendiente

$$Y = m \cdot X + b$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Para el cálculo se escogen dos puntos de la recta



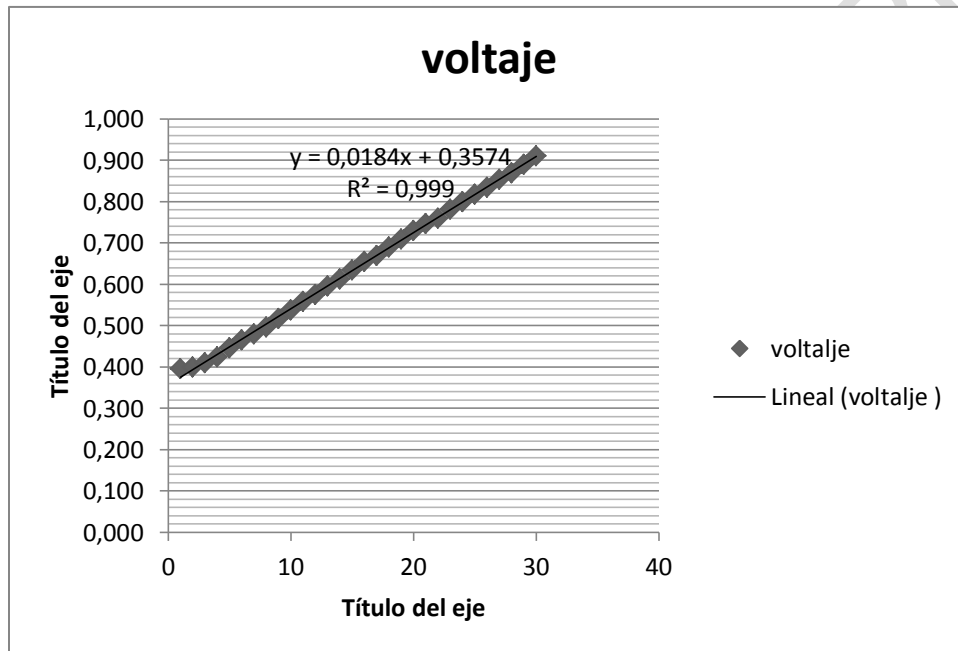
Punto 1 = (10 , 0.538)

Punto 2 = (60 , 1.440)

$$m = \frac{0,538 - 1,440}{60 - 10}$$

$$m = 0,01804 \text{ mV}$$

Grafica 8 Representación función lineal del sensor de temperatura



Fuente: Esta investigación.

7.5.7 Circuito sensor de Presión

El sensor de presión a utilizar es de la marca danfoss el cual presenta las siguientes características

Fuente de alimentación de 10 V a 30 V corriente continúa

Corriente de operación de 4 a 20 mA

Presión de trabajo de 0 a 10 bares



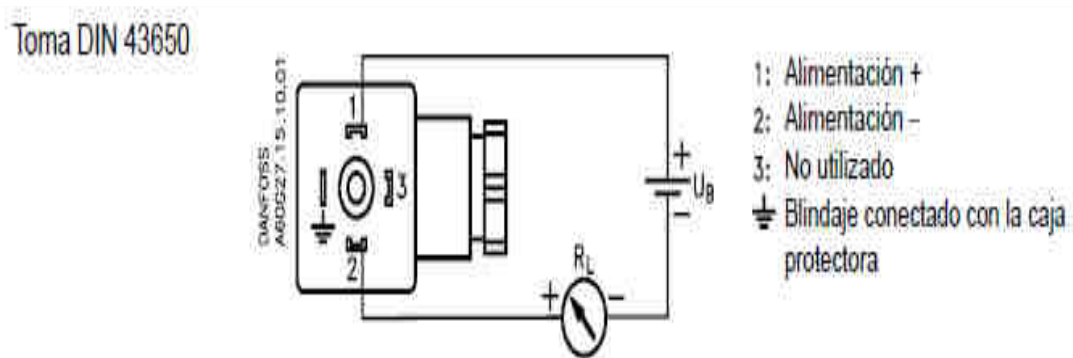
Figura 58 Sensor de presión Danfoss



Fuente <http://pdf.directindustry.es/pdf/danfoss-industrial-automation/folleto-tecnico-transmisores-presion-mbs-3000-mbs-3050/40815-446551.html>

Por fabricante el sensor de presión entrega un valor entre 4 y 20 mA, y para el proyecto se necesita valores en función de voltaje, se optó por implementarle una resistencia de 500 ohms a la salida del negativo del sensor, para que así los valores por variación de presión sean en el rango de voltaje, con la instalación de la resistencia no es impedimento para que el sensor de presión funcione erróneamente

Figura 59 Conexión típica sensor danfoss



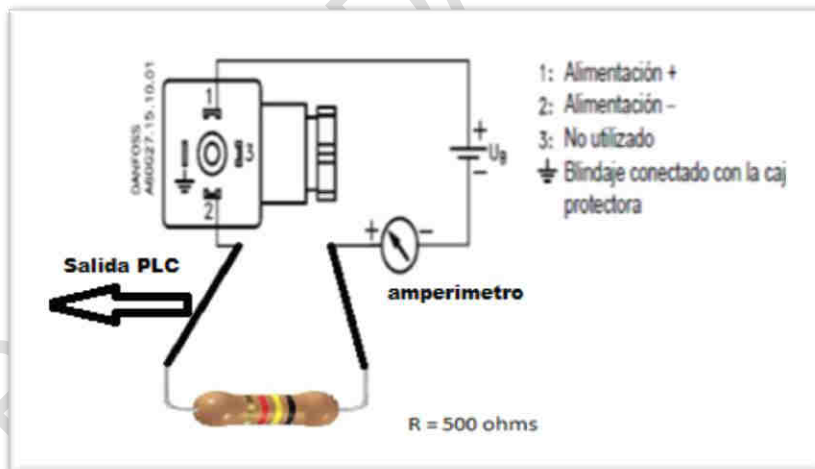
Fuente file:///D:/Doc_tesis/sensor%20danfoss.pdf

Se escogió una resistencia de 500 ohm por la siguiente ecuación

$$R * i = V \text{ entonces } 500 * 4 \text{ mA} = 2 \text{ Voltios y } 500 * 20 \text{ mA} = 10 \text{ v}$$

Por consiguiente la razón de voltaje sobre la entrada análoga del PLC está entre 2 y 10 voltios, de acuerdo a las variaciones de presión, para una lectura de 2 voltios corresponde a 0 psi y para 10 voltios es 145 psi.

Figura 60 Conexión que va hacia PLC



Fuente: Esta investigación.



Los datos obtenidos para el cálculo de la ecuación característica de linealización es la siguiente

Tabla 23 Datos sensor de presión

datos obtenidos del sensor de presión			
	presión	Corriente	
	0,00	4,00	
	5,00	4,72	
	10,00	5,31	
	15,00	5,96	
	20,00	6,52	
	25,00	6,96	
	30,00	7,53	
	35,00	8,13	
	40,00	8,62	
	45,00	9,08	
	50,00	9,66	
	55,00	10,32	
	60,00	10,72	
	65,00	11,25	
	70,00	11,80	
	75,00	12,38	
	80,00	12,83	

Calculo de la pendiente

$$Y = m \cdot X + b$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Para el cálculo se escogen dos puntos de la recta

Punto 1 = (0.0 , 4.00)

Punto 2 = (80.00 , 12,83)

$$m = \frac{12,83 - 4}{80 - 0}$$

$$m = 0,110375 \text{ mA}$$

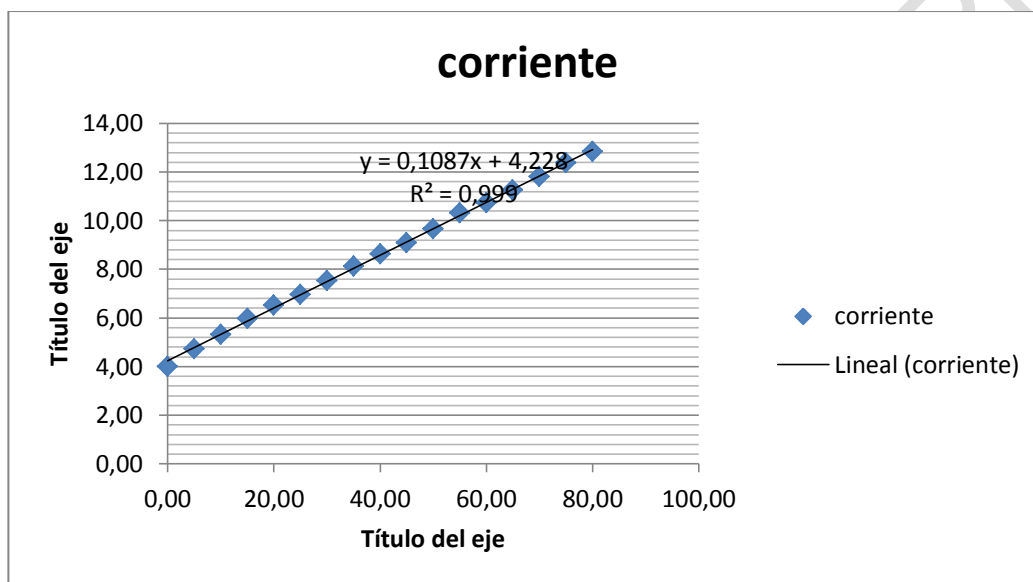
Se calcula el punto de intersección de la recta b.

$$b = Y - mX$$

Entonces $b = 12,83 - 0,110375 * 80,00$

$$b = 4|$$

Grafica 9 Función lineal del sensor de presión Danfoss

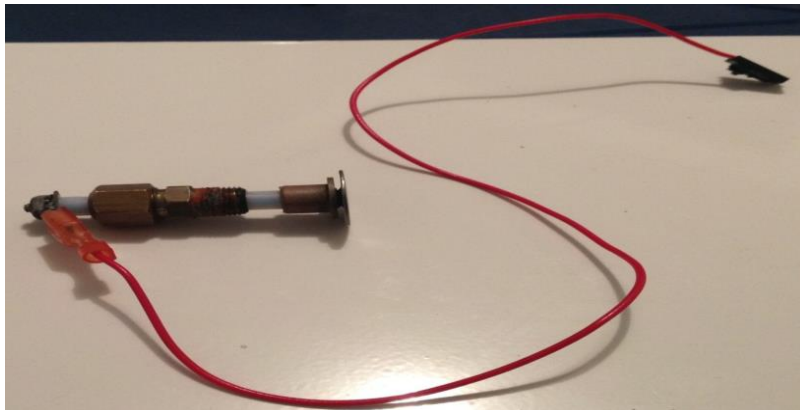


Fuente: Esta investigación.

7.5.8 Circuito sensor de nivel de agua

El sensor de nivel es de tipo resistivo el cual cuando detecta el agua varia su resistencia por ende decremanta una caída de tensión en su terminal, para que el circuito se cierre debe cubrir el área del sensor con agua, para el caso del proyecto el 50% de agua que cubre el sensor que es lo necesita para que las resistencia eléctrica de calentamiento queden total mente recubierta y generar un potencial de 4,7 voltios, los cuales son inyectados a un comparador Im 358, que esta calibrado en ese mismo potencial produciendo una respuesta de una señal para polarizar un transistor que a su vez conecta un relevo, el cual conmutara una señal de 24 voltios hacia una entrada lógica del PLC.

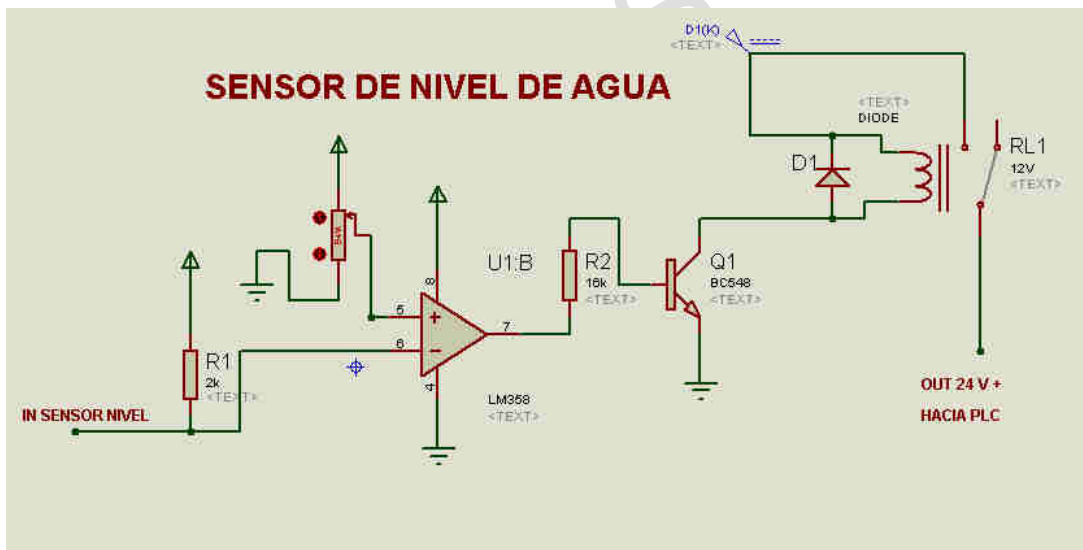
Figura 61 Sensor de Nivel



Fuente: Esta investigación.

El circuito donde se aplica la señal del sensor de nivel y es comparada para luego ser acoplada con un transistor NPN BC 548 y activar un relevo

Figura 62 Circuito sensor de nivel de agua



Fuente: Esta investigación.

Para el funcionamiento del circuito se tiene

La fórmula para realizar el comparador es la siguiente

$$V_{out} = AOL (V1-V2)$$



AOL hace referencia a la ganancia en lazo abierto y corresponde a un valor de 200.000.

$$V_{out} = 200.000(\text{variación del voltaje en el ciclo positivo } -0,5)$$

De acuerdo a lo anterior se puede definir

$$\text{Si } V_1 > V_2 = \text{ Voltaje salida } +V_{cc}$$

$$\text{Si } V_1 < V_2 = \text{ Voltaje de salida } = 0 \text{ voltios}$$

$$\text{Si } V_1 = V_2 = \text{ Voltaje de salida } = 0 \text{ voltios}$$

Para calcular la resistencia de base que polariza el transistor se tiene:

Datos:

Valor de la resistencia del relevo de 24 voltios = 1.53 K ohms

Fuente de alimentación del relevo = 24 voltios

Se calcula la corriente de colector

$$I_c = \frac{24 \text{ v}}{1.53 \text{ K ohms}}$$

$$I_c = 156,8 * 10^{-6} \text{ mA}$$

Se calcula corriente de base, se toma como $\beta = 30$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} \quad I_b = \frac{156,8 * 10^{-6} \text{ mA}}{30}$$

$$I_b = 5.228 * 10^{-6}$$

Se calcula resistencia de base $R_B =$

$$R_b = \frac{5 - 0,7}{5.228 * 10^{-6}}$$

$$R_b = 8223,71 \text{ ohms} \sim 8,2 \text{ Kohms}$$



Cálculos de función de transferencia.

El modelo de control que vamos a aplicar es el control proporcional integral (PI)

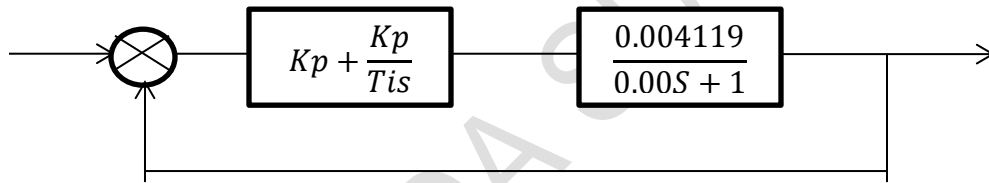
En donde:

$$Kp * e(t) + Kp \int_0^{ti} e(t) dt$$

$$G(s) = \left(Kp + \frac{Kp}{Tis} \right) e(s)$$

$$PI = Kp + \frac{Kp}{Tis}$$

Se introdujeron los datos obtenidos en el proceso de control en laso abierto en matlab la función toolbox IDENT y se obtuvieron los siguientes datos .para obtener el comportamiento de la siguiente planta



$$\frac{\left(\frac{0.004119}{0.00S + 1} \right) * \left(Kp + \frac{Kp}{Tis} \right)}{1 + \left(\frac{0.004119}{0.00S + 1} \right) \left(Kp + \frac{Kp}{Tis} \right)}$$

$$(0.001S + 1)Tis + 0.004119(KpTiS + Kp) = 0$$

$$Ti0.001S + S(Ti + 0.004119KpTi) + 0.004119Kp = 0$$

Dividimos en ambos lados por Ti para eliminar los Ti en el numerador y obtener así la ecuación característica.

$$S^2 + S \left(\frac{1}{0.001} + \frac{0.004119 Kp}{0.001} \right) + \frac{0.004119 Kp}{0.001 Ti} = 0$$



Ecuación característica.

la ecuación deseada

$$S + \frac{1}{0.002} = 0$$

Ecuación deseada

Para llegar a esta ecuación aumentamos un polo

$$(S + 500)(S + 5000) = 0$$

$$S^2 + 5500S + 25000 = 0$$

Encontramos Kp

$$\frac{1}{0.001} + \frac{0.004119Kp}{0.001} = 5500$$

$$\left[5500 - \frac{1}{0.001} \right] \frac{0.001}{0.004119} = Kp$$

$$Kp = 1092.5$$

Y luego encontramos Ti

$$\frac{0.004119Kp}{0.001Ti} = 2500000$$

$$\frac{0.004119(1092.5)}{0.001(2500000)} = Ti$$

$$Ti = 1.8 * 10^{-3}$$



Para la caracterización en presión y curva del proceso se realizó por medio de toma de lecturas utilizando el control en lazo abierto, las muestras obtenidas fueron en periodos de 5 segundos, se desprecia los 30 segundos iniciales donde el agua que llena la recámara de compresión, la cubre la resistencia de calentamiento ya que no es fundamental para el cálculo correspondiente para determinar la función de transferencia de la planta.

Tabla 24 Muestras en función de voltaje por cada 5 seg

t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje
0	2,012	450	2,147	500	2,272	450	2,41	500	2,574
395	2,012	455	2,16	505	2,285	455	2,425	505	2,586
400	2,046	460	2,172	510	2,295	460	2,447	510	2,605
405	2,051	465	2,185	515	2,331	465	2,461	515	2,624
410	2,063	470	2,197	520	2,334	470	2,473	520	2,637
415	2,072	475	2,21	525	2,328	475	2,486	525	2,66
420	2,084	480	2,222	530	2,348	480	2,499	530	2,674
425	2,092	485	2,234	535	2,373	485	2,523	535	2,69
430	2,108	490	2,247	540	2,384	490	2,539	540	2,714
435	2,111	495	2,26	545	2,398	495	2,554	545	2,737
440	2,123							550	2,76
445	2,134							555	2,76

Fuente esta investigación

t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje	t-sg	voltaje
0	2,012	505	2,147	555	2,272	610	2,41	660	2,574
450	2,012	510	2,16	560	2,285	615	2,425	665	2,586
455	2,046	515	2,172	565	2,295	620	2,447	670	2,605
460	2,051	520	2,185	570	2,331	625	2,461	675	2,624
465	2,063	525	2,197	575	2,334	630	2,473	680	2,637
470	2,072	530	2,21	580	2,328	635	2,486	685	2,66
475	2,084	535	2,222	585	2,348	640	2,499	690	2,674
480	2,092	540	2,234	590	2,373	645	2,523	695	2,69
485	2,108	545	2,247	595	2,384	650	2,539	700	2,714

Fuente esta investigación

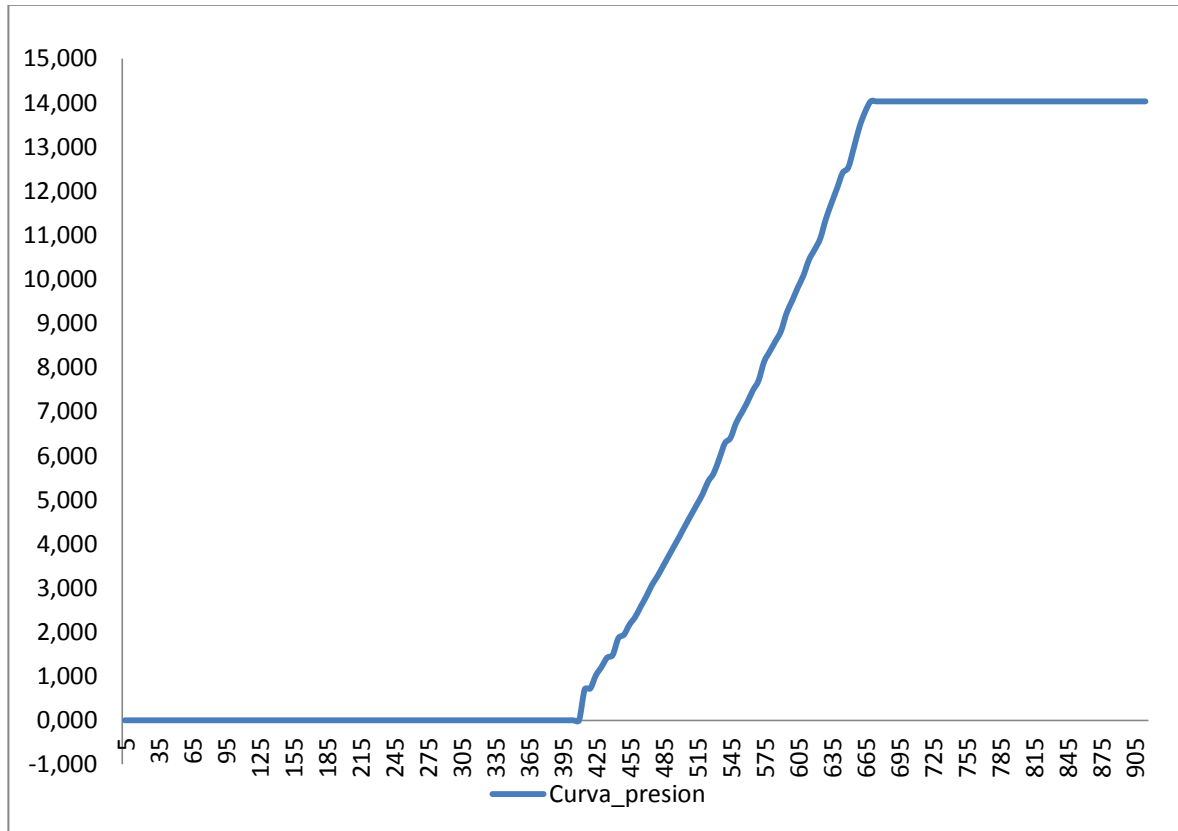
En la anterior tabla se indica que el proceso de calentamiento del agua hasta su punto de ebullición es de 0 hasta el minuto 395, durante este periodo no existe variación de presión, es una constante que hace referencia a 2.012 voltios a 0 psi, luego en el minuto 400, el transmisor de presión varía en función del incremento de la presión, hasta llegar al punto de esterilización que corresponde en el minuto 655, a una presión de 1 bar, luego de este periodo se estabiliza en 2,76 voltios los



cuales se realiza otro conteo de tiempo durante 15 minutos, que dura la esterilización.

La gráfica del comportamiento de la planta es:

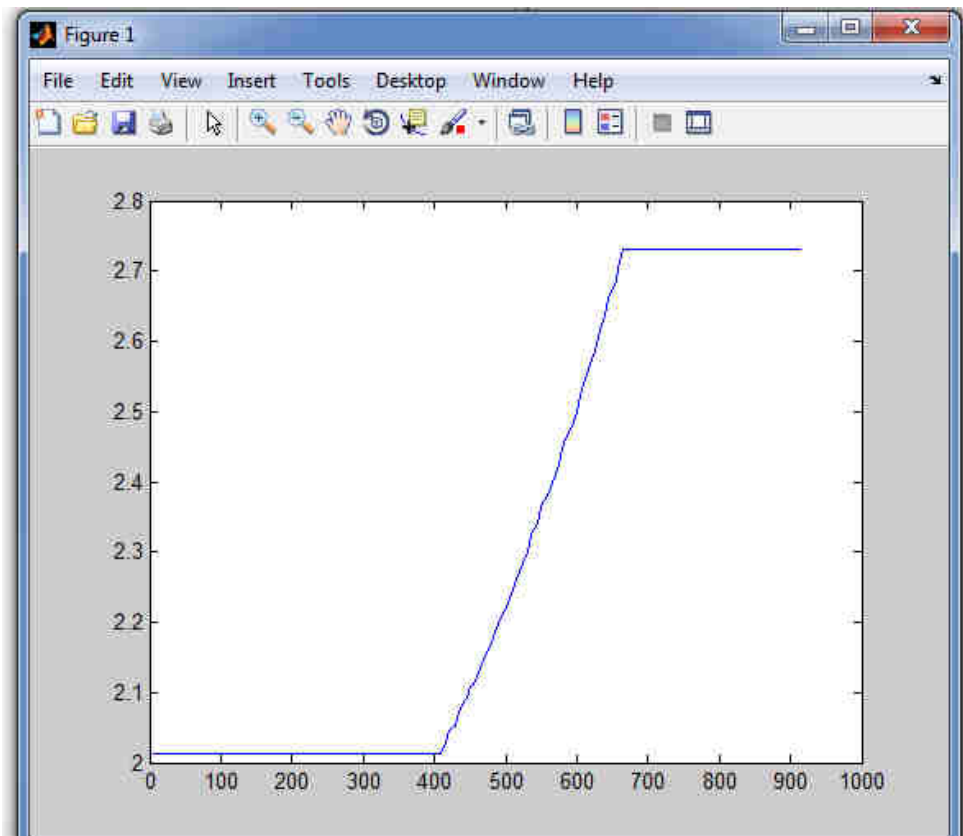
Grafica 10 curva característica tomad de Excel presión Vs tiempo



Fuente esta investigación

Los anteriores datos son procesados en matlab, los cuales arrojan la siguiente grafica en función del voltaje Vs tiempo en segundos

Grafica 11 voltaje Vs tiempo en matlab



Fuente esta investigación

Con los anteriores datos, se realiza los siguientes cálculos

Se toma como referencia un Spam, aproximadamente a 14,5 psi o un bar de presión.

Utilizando el método 3 por caracterización POMT, o caracterización de primer orden más tiempo muerto se tiene:



$$pt1 = 0,283 * 14,03 = 3,97 \text{ psi}$$

$$pt2 = 0,632 * 14,03 = 8,86 \text{ psi}$$

Para t1 se tiene

$$\frac{494 - x}{x - 500} = \frac{3,92 - 3,97}{3,97 - 419}$$

$$494 - x = 0,220 (x - 500)$$

$$494 - x = 0,220x - 113,5$$

$$x = \frac{607,5}{1,227} = 495,1 \text{ sg} = t1$$

Para t2 se tiene

$$\frac{590 - x}{x - 595} = \frac{8,84 - 8,86}{8,86 - 8,87}$$

$$590 - x = 2 (x - 595)$$

$$590 - x = 2x - 1190$$

$$x = \frac{1780}{3} = 593,3 \text{ sg} = t2$$

Para las siguientes ecuaciones despejamos to

$$t1 = t0 + \frac{1 \tau}{3}$$

$$t2 = t0 + \tau \quad \text{ecuacion 2}$$

$$t0 = t1 - \frac{1 \tau}{3} \quad \text{ecuacion 3}$$



t_0 se reemplaza en la ecuación 2

$$t_2 = \left(t_2 - \frac{1}{3} \tau \right) + \tau \rightarrow \tau = \frac{3}{2} (t_2 - t_1)$$

Calculamos τ

$$\tau = \frac{3(5,93 - 491,1)}{2} = 147,3 \text{ sg}$$

En la ecuación 3 reemplazo τ

$$t_0 = t_1 - \frac{1}{3} \tau = 495,1 - \frac{147,3}{3}$$

$$t_0 = 446$$

$$t_0 = 446 - 30 = 416 \text{ seg} \quad \text{tiempo de muestra}$$

Calculo de la ganancia

$$K = \frac{14,03}{13,03} = 1,07$$

La función de transferencia quedaría de la siguiente forma:

$$G(s) = \frac{1,07 e^{-416 \text{ sg}}}{147,31 S + 1}$$

Ahora se sintoniza el controlador con lambda tuning

Para:

$$\lambda = \tau = 147 \text{ seg}$$

$$\lambda = 2,5 \tau = 2,5(147 \text{ seg}) = 294 \text{ sg}$$

$$\lambda = 3 \tau = 3(147 \text{ seg}) = 441 \text{ sg}$$

$$\tau_1 = T = 147$$

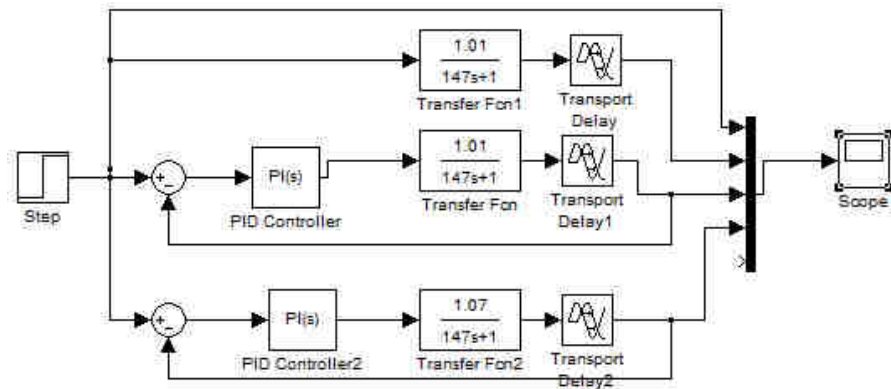
Para PI se tiene

$$T = \frac{1}{147 \text{ sg}} \rightarrow P = \frac{\tau}{K(\lambda + TDS)}$$

$$P = \frac{147}{107(\lambda + 416)}$$

El diagrama de bloque de la planta es la siguiente

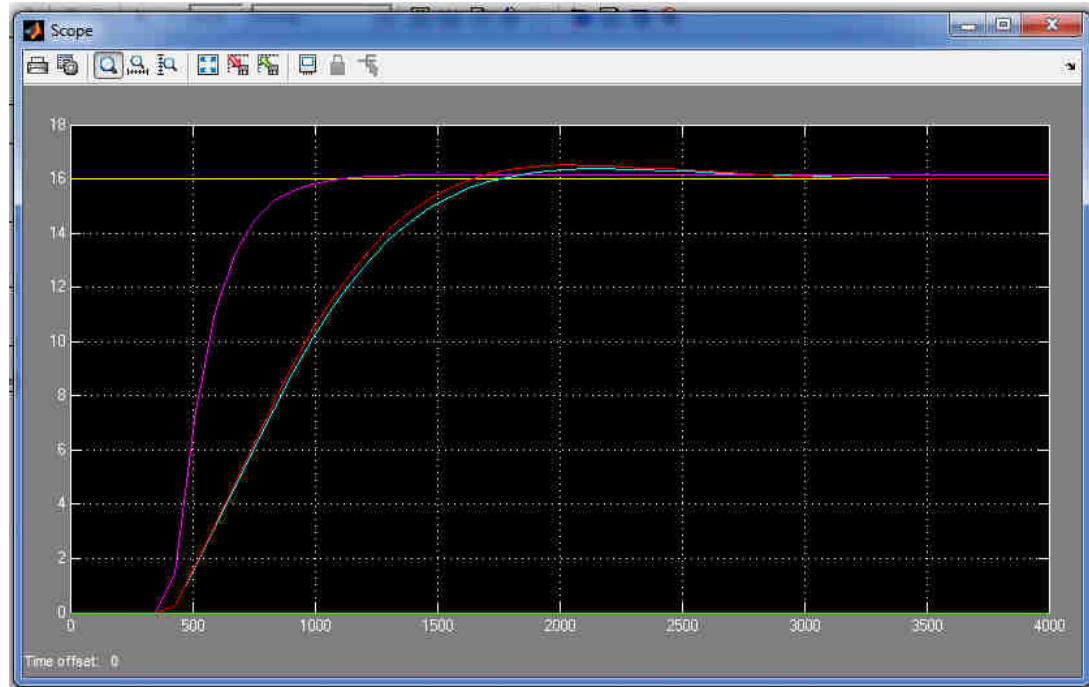
Grafica 12 Diagrama bloque de la planta



Fuente esta investigación

La respuesta del controlador evaluado en matlab es la siguiente:

Grafica 13 respuesta del control



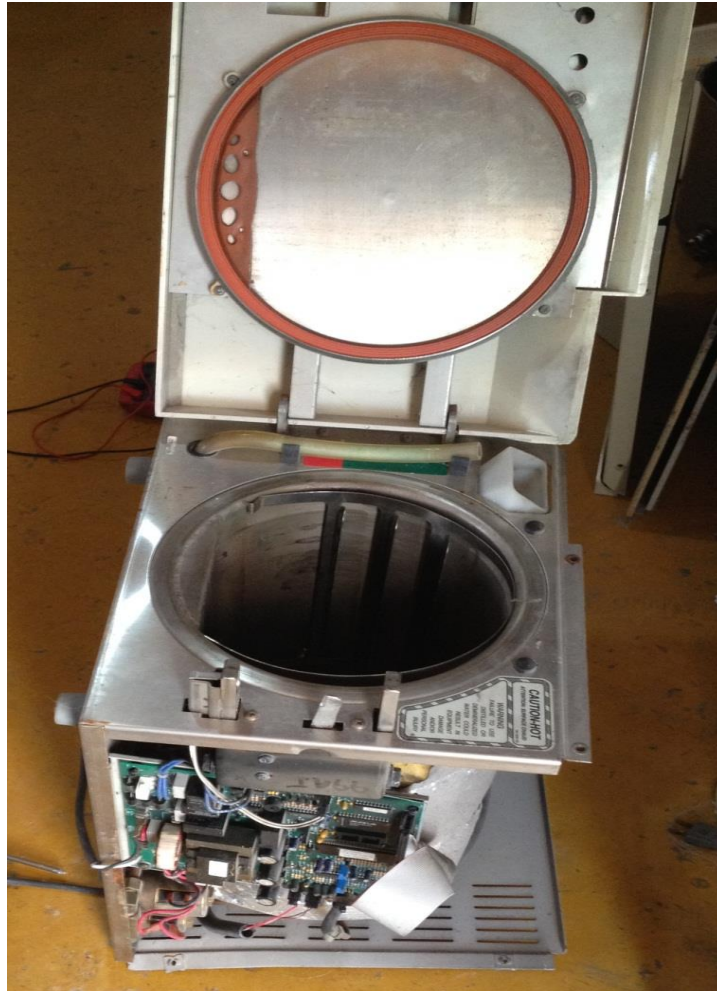
Fuente esta investigación

La línea amarilla hace referencia al set point el cual esta calibrado a 16 psi, la curva violeta es la respuesta de la planta, la curva roja es el controlador PI1, y la curva verde es el controlador PI

7.6 PROCESOS DE EXPERIMENTACIÓN

De acuerdo a los planteamientos propuestos en el trabajo para el desarrollo del proyecto se estableció con la adquisición de un autoclave ya fabricado, porque cumple con las normas de seguridad y requerimientos necesarios para la puesta en marcha y funcionamiento del proceso de automatización y control del equipo, el autoclave que se adquirió se encontraba fuera de servicio debido a .daños eléctricos y de sensores que lo componían. En la siguiente figura se indica el estado del equipo

Figura 63 Estado del equipo en su adquisición



Fuente: Esta investigación.

La parte de potencia se encontraba en mal estado debido a un corto circuito generado en la conexión de las resistencias de calentamiento del agua

Figura 64 Daño en la conexión de las resistencias eléctricas



Fuente: Esta investigación.

Debido que la resistencia eléctrica está sometida a altas temperaturas, existía daño en los empaques que brindan aislamiento y evitan fuga de agua y salida del vapor de alta presión que se ejerce en la recámara, por este problema produjo un corto circuito y daño la tarjeta original del autoclave.

Para la recuperación de este tipo de equipos es muy costoso y los repuestos existe la necesidad de importarlos por tal razón decidieron los antiguos propietarios a dar de baja por completo

La misión del grupo investigador es la recuperación total del autoclave utilizando los recursos que a nivel local y nacional existen y cumpliendo con los criterios de funcionalidad y calidad que este tipo de aparatos requiere

Se procedió a desmontar todos los componentes para su respectivo inspección y separar lo que se podía recuperar y desechar lo que se encontraba ya fuera de servicio

Figura 65 Desmontaje de los elementos que la componían



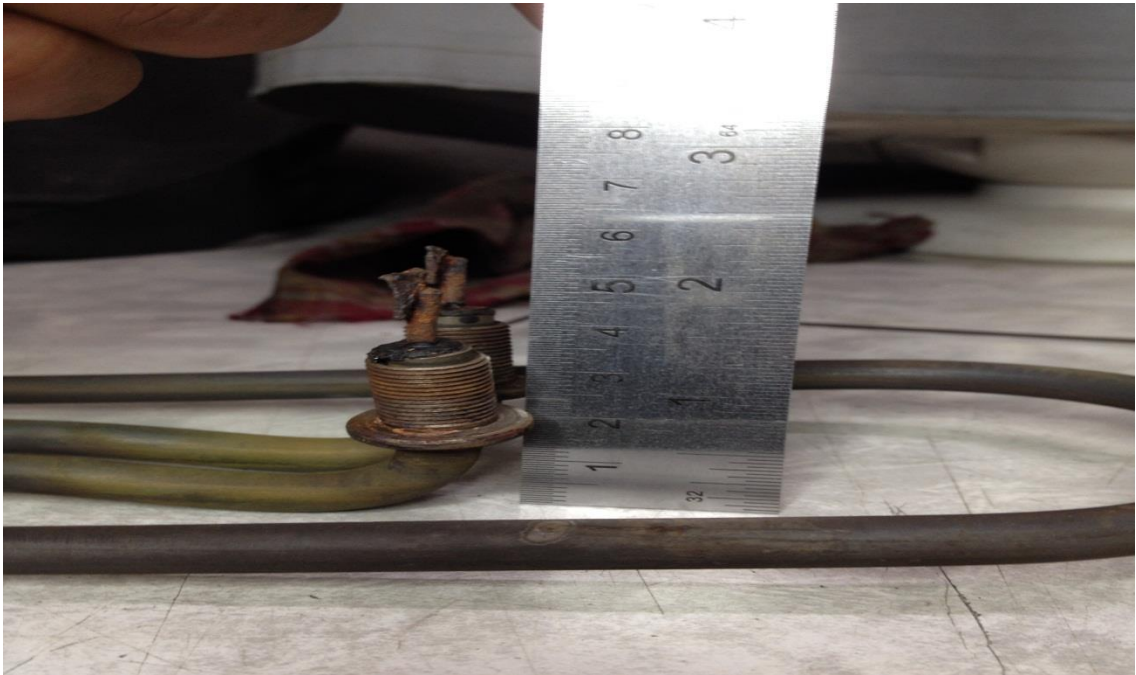
Fuente: Esta investigación.



Fuente: Esta investigación.

Estado en el que se encontraba la resistencia de calentamiento del agua

Figura 66 Estado de los terminales de la resistencia eléctrica



Fuente: Esta investigación.

Figura 67 Resistencia eléctrica



Fuente: Esta investigación.

Para la recuperación de la resistencia eléctrica se decidió cortar los terminales ya que presentaban fuerte corrosión y únicamente dejar las puntas para luego ser

acopladas con unas abrazaderas utilizadas en los bloqueos de las puertas de los vehículos, los empaques nuevos que sirven de aislante eléctrico y de selle fueron implementados a base de un caucho siliconado que es capaz de resistir altas temperaturas, aproximadamente 600 grados centígrados

Figura 68 Adecuación de los empaques aislantes de siliconado

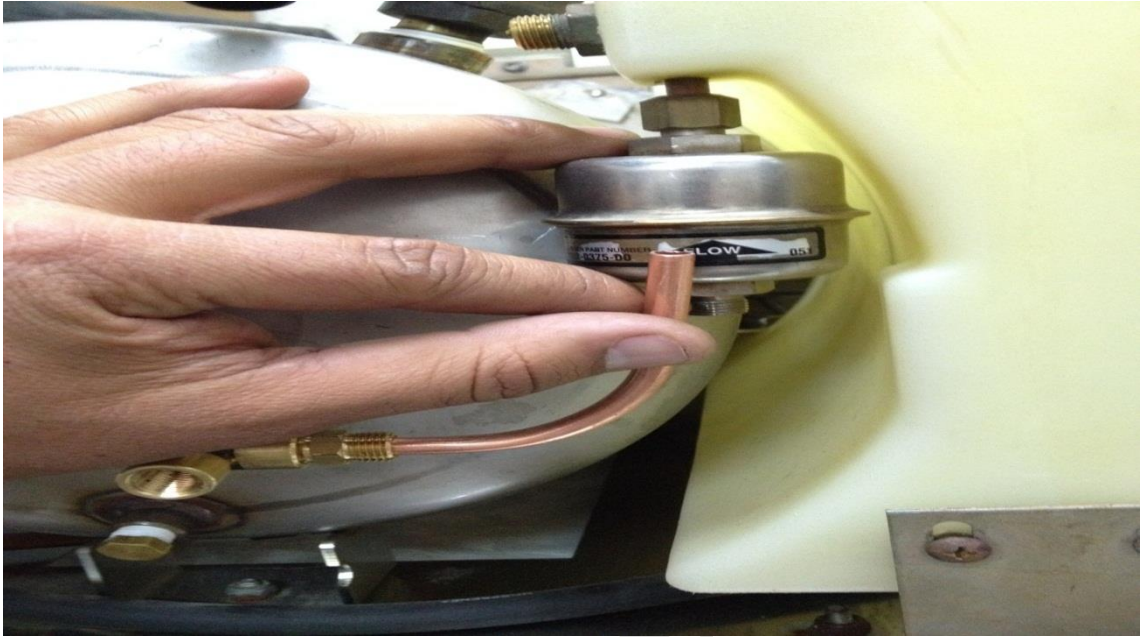


Fuente: Esta investigación.

Luego se procede a la instalación de la válvula cheque que realiza el trabajo de vacío cuando el equipo inicia el proceso de calentamiento, esta válvula por accionamiento mecánico sierra un orificio interior luego de que la presión de vapor en la recámara llega a 5 psi.

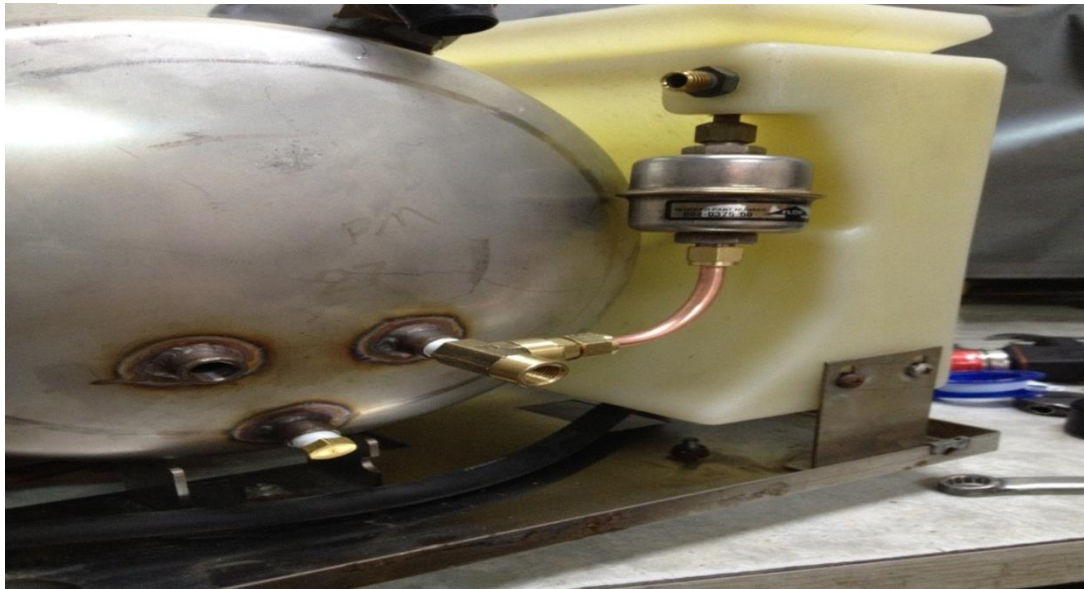
También se instaló la tubería nueva de cobre de calibre 1/8 ya que la que tenía el equipo se encontraba doblada y deteriorada

Figura 69 Instalación de la válvula de vacío y su respectivo tubo en cobre con calibre 1/8



Fuente: Esta investigación.

Figura 70 Válvula instalada correctamente



Fuente: Esta investigación.

El equipo investigador viajó a la ciudad de Bogotá para realizar la compra del sensor de presión, de acuerdo a las características del trabajo que debía proporcionar se decidieron por la adquisición de un sensor de la marca Danfoss ya que cumplía con los requerimientos

Figura 71 Adquisición del sensor de presión Danfoss



Fuente: Esta

investigación.

Figura 72 Datos impresos en el sensor Danfoss



Fuente: Esta investigación.

Se procedió a la instalación del sensor de presión con sus respectivos racores de 1/8 el cual fue necesario la utilización de un T, del mismo calibre, ya que se necesitaba instalar en la misma salida un manómetro análogo de presión

Figura 73 Instalación de los racores de $\frac{1}{4}$ para luego adecuar el sensor de presión danfoss



Fuente: Esta investigación.

La T de $\frac{1}{4}$ de cobre es la encargada de repartir el vapor hacia el sensor electrónico y el manómetro análogo de presión



Figura 74 T de $\frac{1}{4}$ de cobre

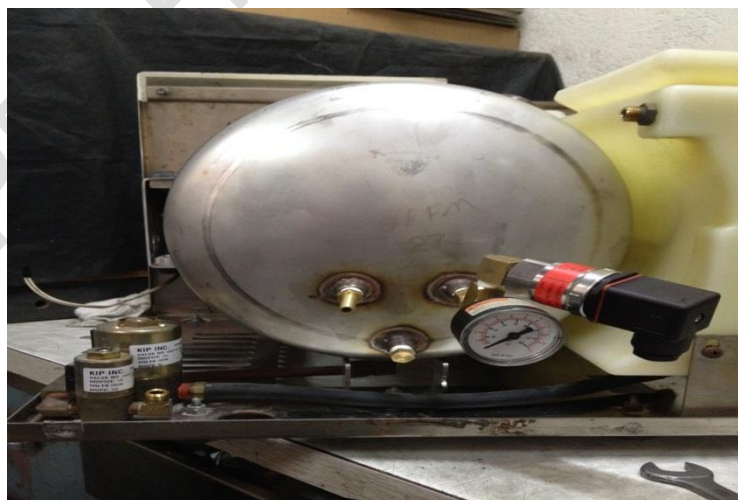


Fuente <http://portuguese.alibaba.com/product-gs-img/-1-8-1-4-npt-lat-o-c3770-t-rosca-f-mea-368479901.html>

En la siguiente grafica se observa la instalación de los racores y el sensor de presión como también del manómetro análogo

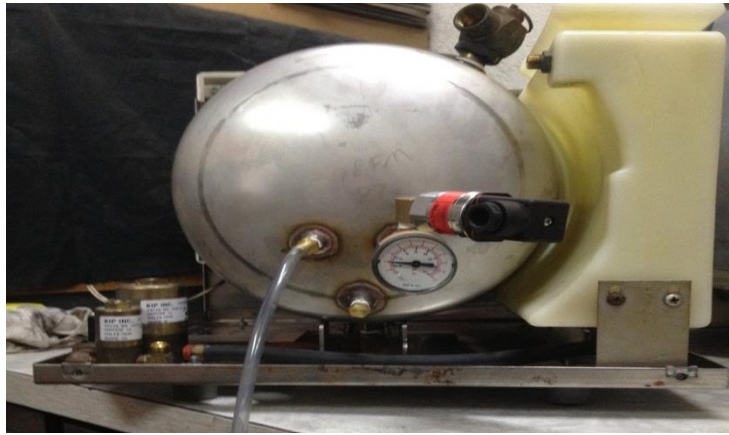
Cabe aclarar que el manómetro análogo de presión no es parte del equipo únicamente se lo instalo para realizar pruebas de presión a temperatura ambiente quiere decir que el aire inyectado en la recamara era por medio de una bomba de aire manual o por el uso de un compresor utilizado en los talleres de pintura

Figura 75 Instalación del sensor de presión electrónico y manómetro análogo



Fuente: Esta investigación.

Figura 76 Realizando pruebas de presión a temperatura ambiente



Fuente: Esta investigación.

Se procede a la instalación de la tubería de cobre que conecta con el serpentín de enfriamiento de vapor cuando este sale a altas temperaturas, el proceso de cambio de estado de vapor a líquido es gracias al agua donde está sumergido el serpentín.

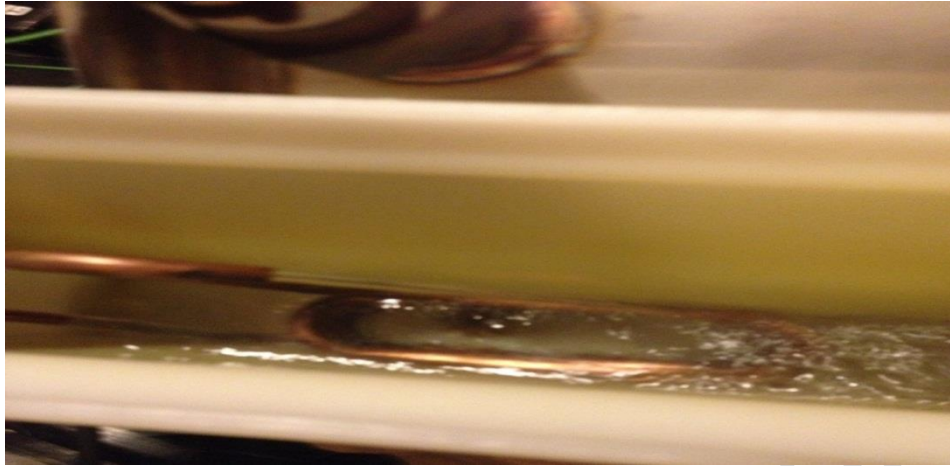
Figura 77 Instalación tubería de cobre



Fuente esta investigación 2105



Figura 78 Salida de vapor ya condensado por el serpentín

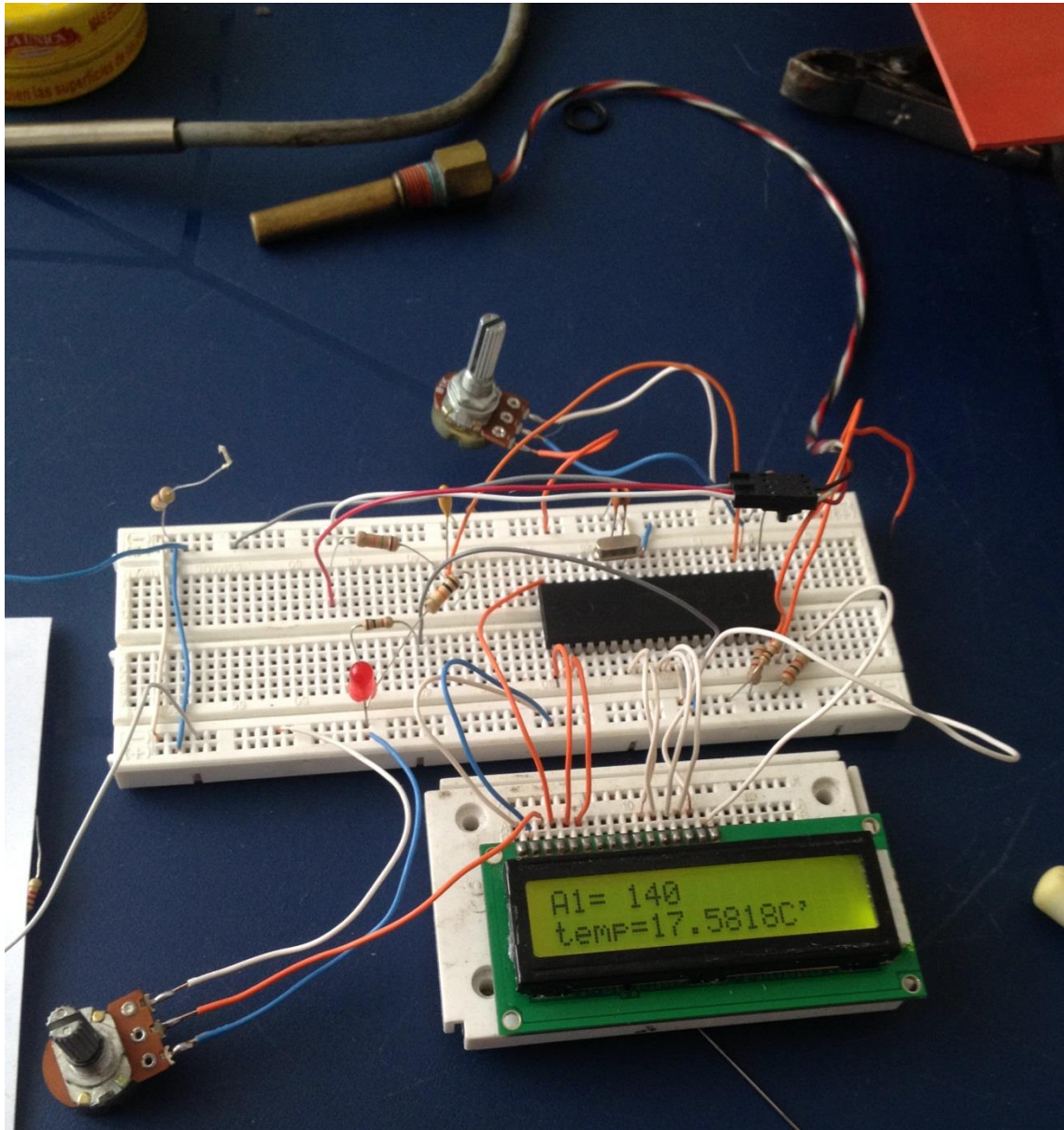


Fuente: Esta investigación.

A continuación se realizan las pruebas de funcionamiento del sensor de temperatura PT 100. Para dichas lecturas hubo la necesidad de programar un micro controlador pic 16f877A que presenta varios canales análogos digital, lo que facilita ver el comportamiento del sensor.

PROHIBIDA SU COPIA

Figura 79 Instalación del sensor de temperatura con micro controlador



Fuente: Esta investigación.

La utilización de micro controladores facilito ver el comportamiento y la linealidad del sensor cuando fue expuesto a variaciones de temperatura utilizando un recipiente con agua la cual se fue calentando gradualmente y de esta forma ir tomando toda esa información que arrojaba dicho sensor

En la siguiente grafica se puede observar cómo se trabajó con el sensor de temperatura y el recipiente donde se introdujo el mismo. Para la verificación de las

temperaturas fue necesaria la utilización de dos termómetros patrón los cuales perfectamente se encontraban calibrados

Figura 80 Pruebas del sensor de temperatura



Fuente: Esta investigación.

En el transcurso de las pruebas fue necesario implementar en el recipiente una resistencia eléctrica la cual se asemeja a la de las duchas, ésta por medio de inyección de corriente se iba calentando, luego transcurrir unos instantes hasta que la temperatura de los dos termómetros se estabilizaran se recogía los datos obtenidos por el sensor PT100 Una particularidad que se encontró por el grupo investigador fue que en la ciudad de Pasto el agua hierve a los 80 grados centígrados, eso por el efecto de la presión atmosférica, ya que a nivel del mar el punto de ebullición del agua es a los 100 grados centígrados

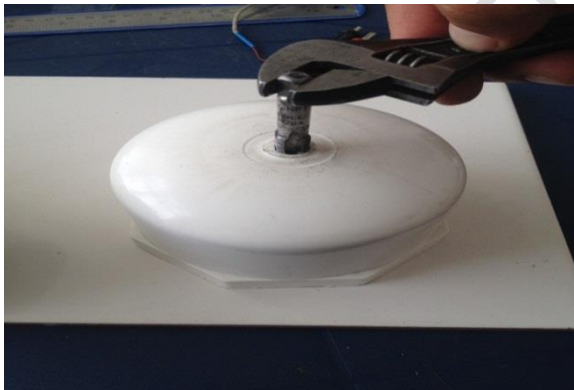
Para la realización de las pruebas de presión fue necesario construir una cámara de aire, esto se lo realizo utilizando un tubo de PVC, de 3" pulgadas de diámetro y 30 centímetros lo cual podía resistir 200 psi, como también sus tapas del mismo material y la misma resistencia.

La funcionalidad de este tanque, para la cual que se fabrico fue porque el compresor de aire que se tenía se averió el motor, y para realizar pruebas de

presión en el tanque del autoclave con la bomba manual era muy difícil ya que el volumen del autoclave a llenar era muy grande.

En la siguiente grafica se observa la fabricación del tanque de presión.

Figura 81 Proceso de fabricación del tubo de PVC



Fuente: Esta investigación.

Se realizaron varias pruebas de presión para verificar el funcionamiento del sensor electrónico que mide esta variable física, obteniendo buenos resultados y su comportamiento de acuerdo a las especificaciones que el fabricante entrega en la hoja de datos.

Figura 82 Verificación del sensor de Presión con respecto a la corriente



Fuente: Esta investigación.

De acuerdo a los datos que el fabricante del sensor provee se realizaron varias conexiones en diferentes potenciales de voltaje los cuales fueron entre 12 voltios en corriente continua hasta 25 voltios, y sus lecturas siempre eran las mismas en función de la corriente, por lo cual se puede afirmar que el sensor puede trabajar que cualquier ambiente donde existan fluctuaciones de voltaje que se encuentren entre un rango de 10 a 30 voltios

Después de haber realizado y verificado el comportamiento de los sensores se procedió por parte del grupo investigador a realizar las tarjetas electrónicas

Para la realización de las tarjetas se optó trabajar con un software llamado PCB wizard el cual facilita los diseños de sistemas electrónicos a escalas reales de circuitos pasivos o activos.

Figura 83 Impresión a laser circuito PWM



Fuente: Esta investigación.

Luego que se tiene la impresión en papel fotográfico se procede al proceso de “planchado” el cual hace referencia al traspaso por medio de calor de la gráfica que se realizó en la impresora láser o fotocopidora, durante unos 5 minutos de planchado se retira la baquelita y se la coloca en un recipiente con agua fría hasta que el papel se desprenda fácilmente, y con mucho cuidado retirar el excedente que queda, los resultados se observan en la siguiente grafic



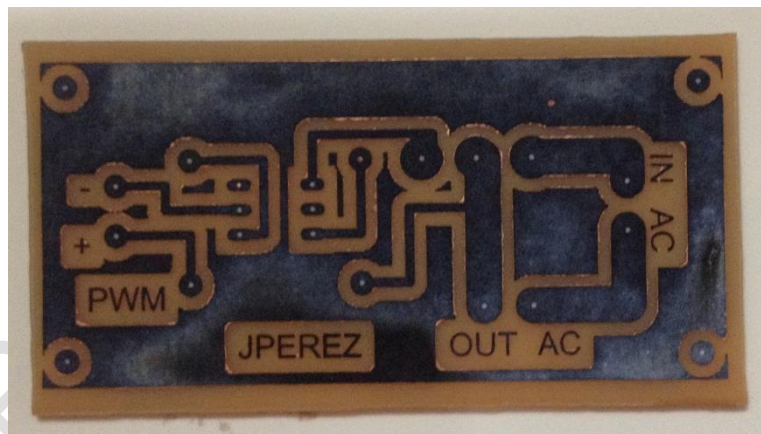
Figura 84 Proceso estampado térmico de impresión



Fuente: Esta investigación.

Después del proceso de planchado se procede a la introducción de la baquelita en ácido el cual removerá únicamente los lugares donde no fue estampado el dibujo

Figura 85 Baquelita después del tratamiento con ácido férrico

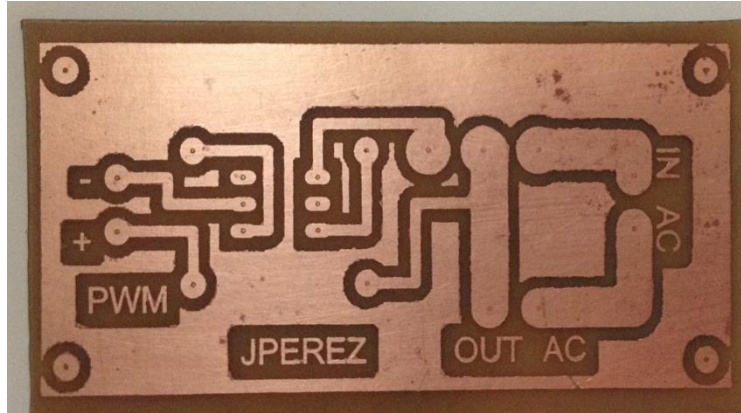


Fuente: Esta investigación.

Para la limpieza de la plaqueta se debe realizar con un paño impregnado con tinner el cual remueve fácilmente la pintura negra, obteniendo los siguientes resultados

Figura 86 Baquelita lista para perforar

ver grafica



Fuente: Esta investigación.

De ese modo la tarjeta esta lista para el proceso de perforación, la cual se hace con un mototool, con una broca que presenta un diámetro de 0.5 milímetros la cual se la puede conseguir muy fácil en el mercado de los repuestos electrónicos

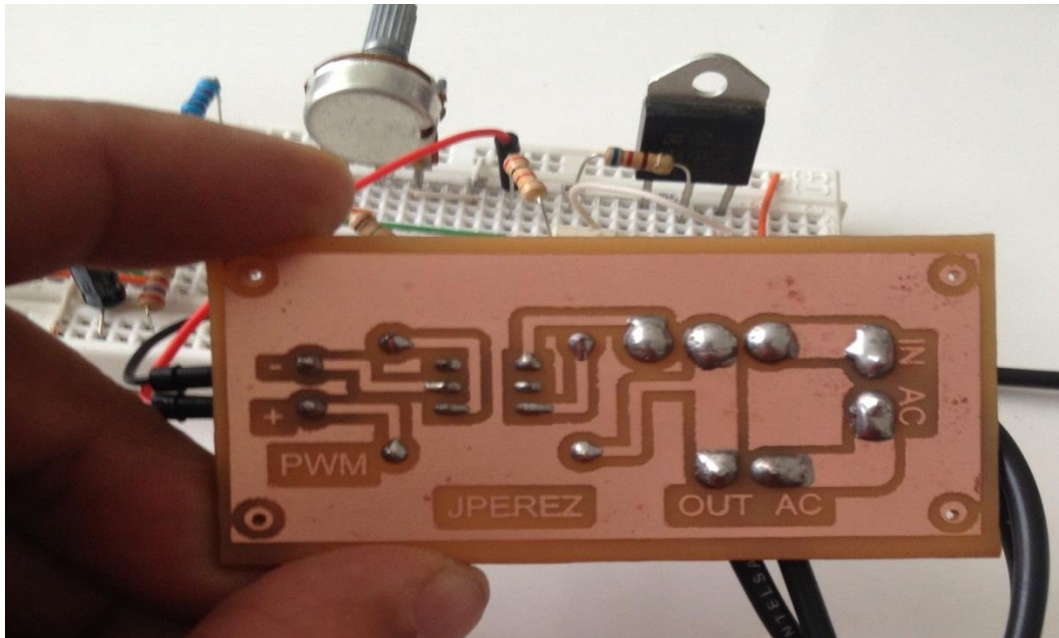
Figura 87 Broca de 0.5 mm



Fuente disponible en <http://www.fervicom.com/circuitos-impresos/58-broca-05-mm.html>

Para concluir con la fabricación del circuito impreso se suelda los elementos de acuerdo a la disposición del diseñador los resultados obtenidos son

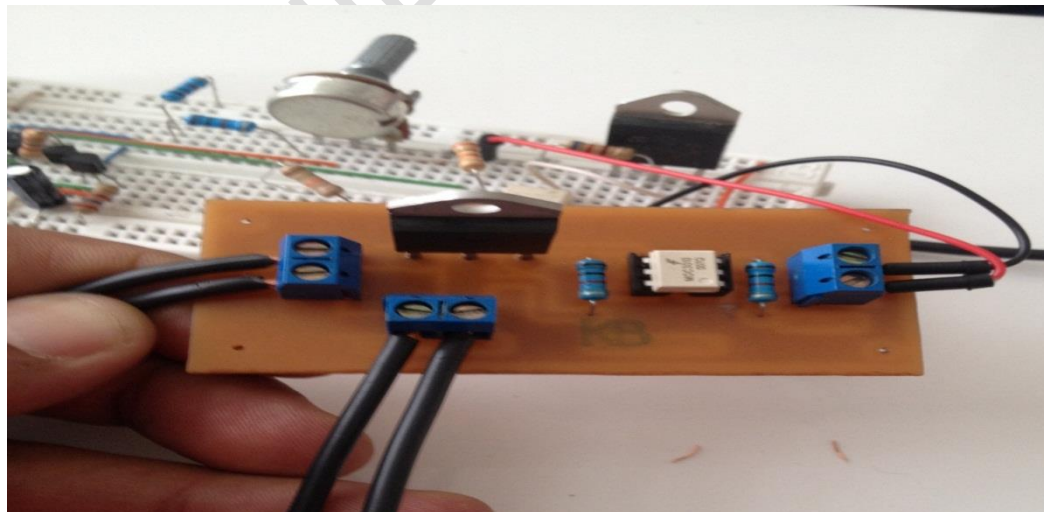
Figura 88 Soldadura de los circuitos en la baquelita



Fuente: Esta investigación.

El producto final del circuito impreso se encuentra en la siguiente grafica

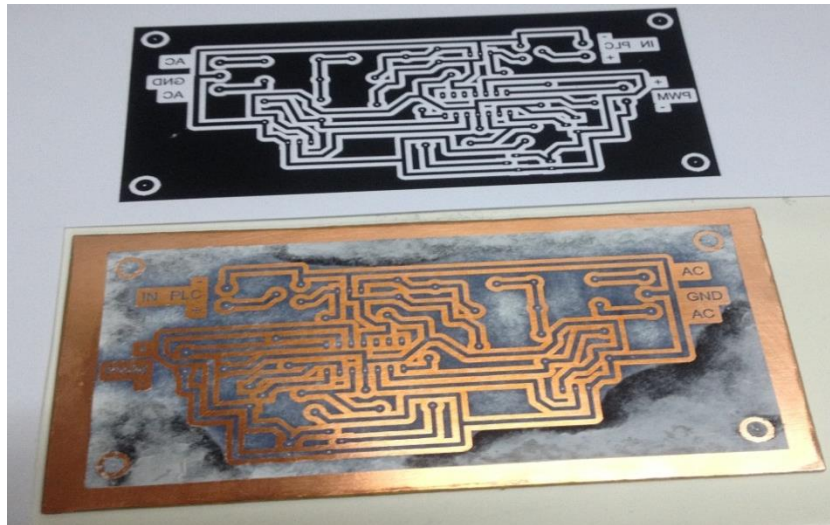
Figura 89 Producto final del circuito impreso



Fuente: Esta investigación.

Por consiguiente se procede a realizar diseño de la tarjeta detector de cruce por cero sincronizada con la red eléctrica

Figura 90 Tarjeta de PWM sincronizado con la red eléctrica



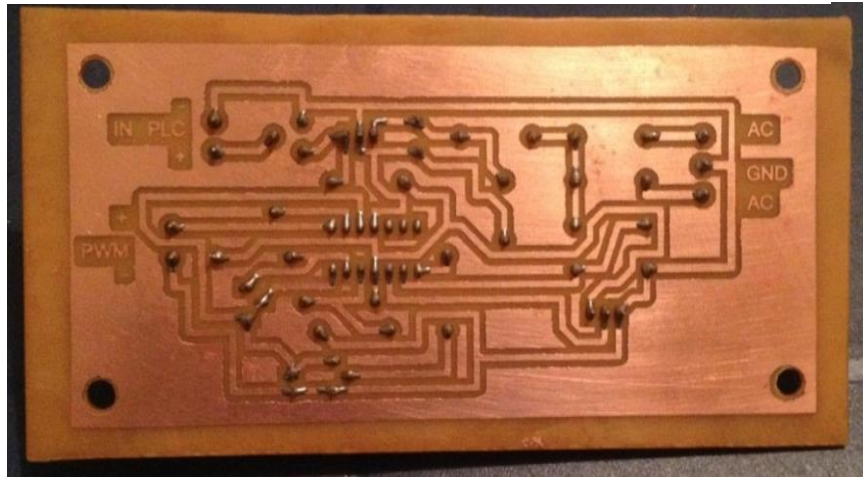
Fuente: Esta investigación.

Figura 91 Tarjeta PWM después tratamiento con ácido



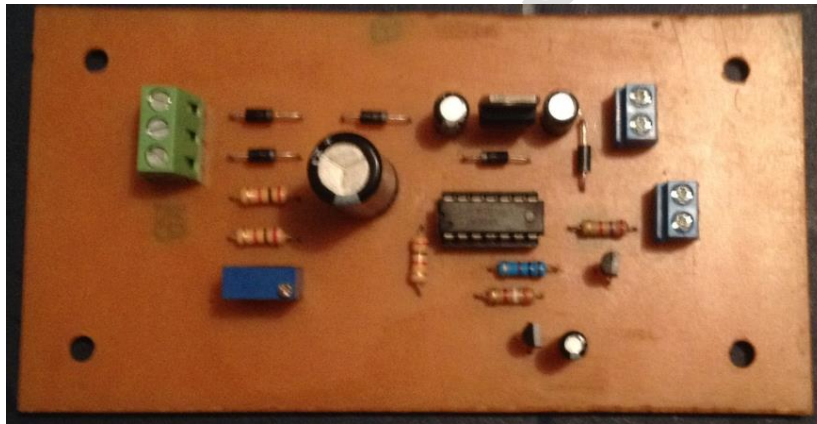
Fuente: Esta investigación.

Figura 92 Tarjeta PWM perforada y soldada



Fuente: Esta investigación.

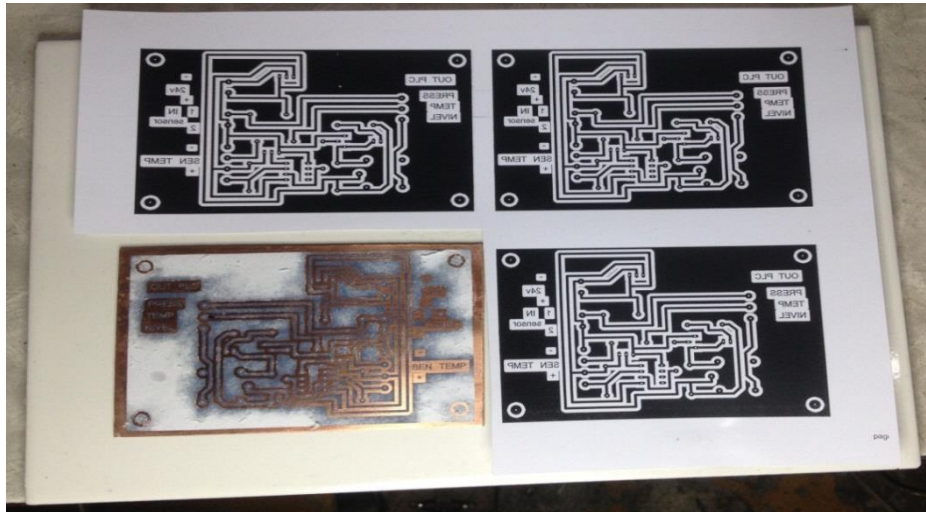
Figura 93 Tarjeta PWM, producto final



Fuente: Esta investigación.

Se procedió a realizar la siguiente tarjeta la cual es la que recibe la señal de los sensores de presión temperatura y nivel, además entrega unas salidas en función de voltaje para que el PLC lo reconozca, y proceda al control al que fue programado

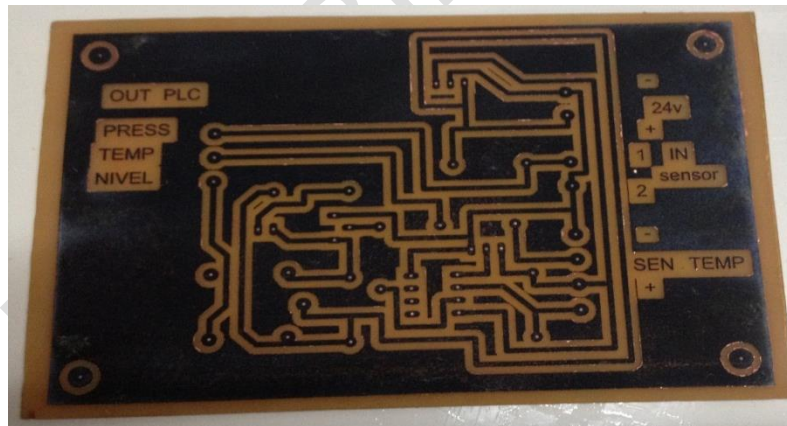
Figura 94 tarjeta de adquisición de señales de sensores



Fuente: Esta investigación.

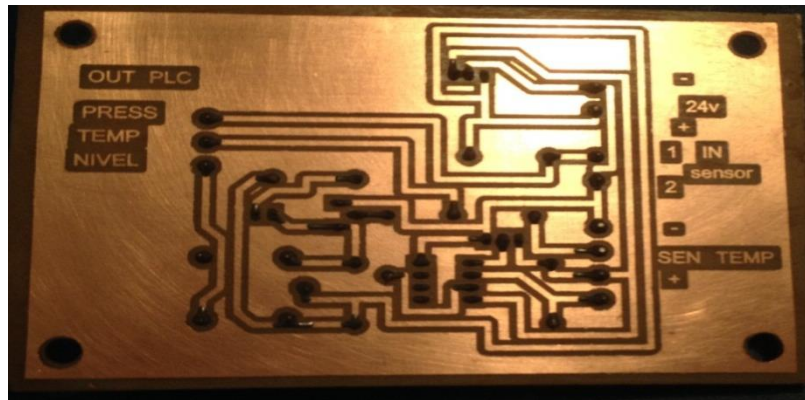
Se puede observar que para cada circuito se realizan varias impresiones debidas que puede dañarse la primera estampada y esto produce unos gastos innecesarios hacia el diseñador

Figura 95 Tarjeta sensores luego tratamiento con acido



Fuente: Esta investigación.

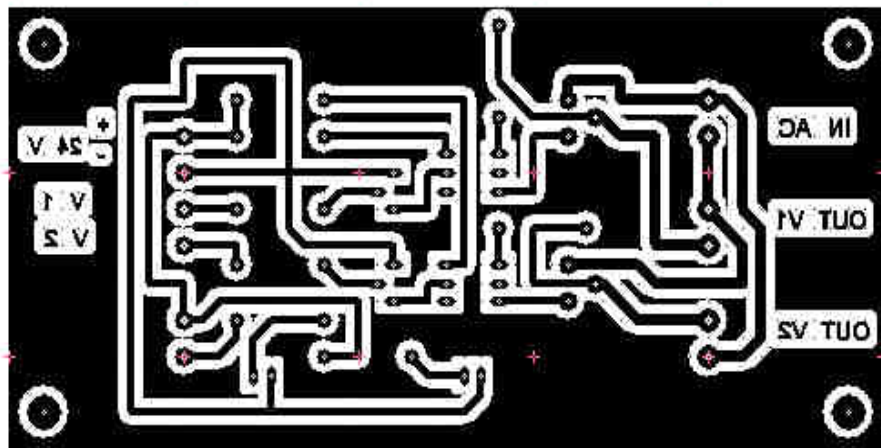
Figura 96 Tarjeta sensores terminada



Fuente: Esta investigación.

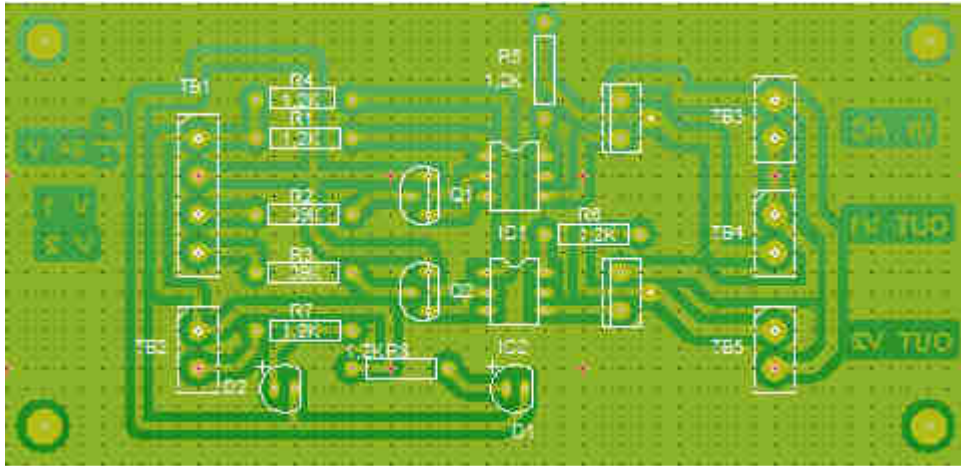
Por ultimo en diseño se tiene la tarjeta que controla las válvulas solenoides estas son activadas por señales de 24 voltios provenientes del PLC, y en su salida ofrecen 120 voltios corriente alterna gracias a sus opto acopladores y triacs

Figura 97 Tarjeta de control de válvulas solenoides



Fuente: Esta investigación.

Figura 98 Tarjeta de control de válvulas solenoides terminada

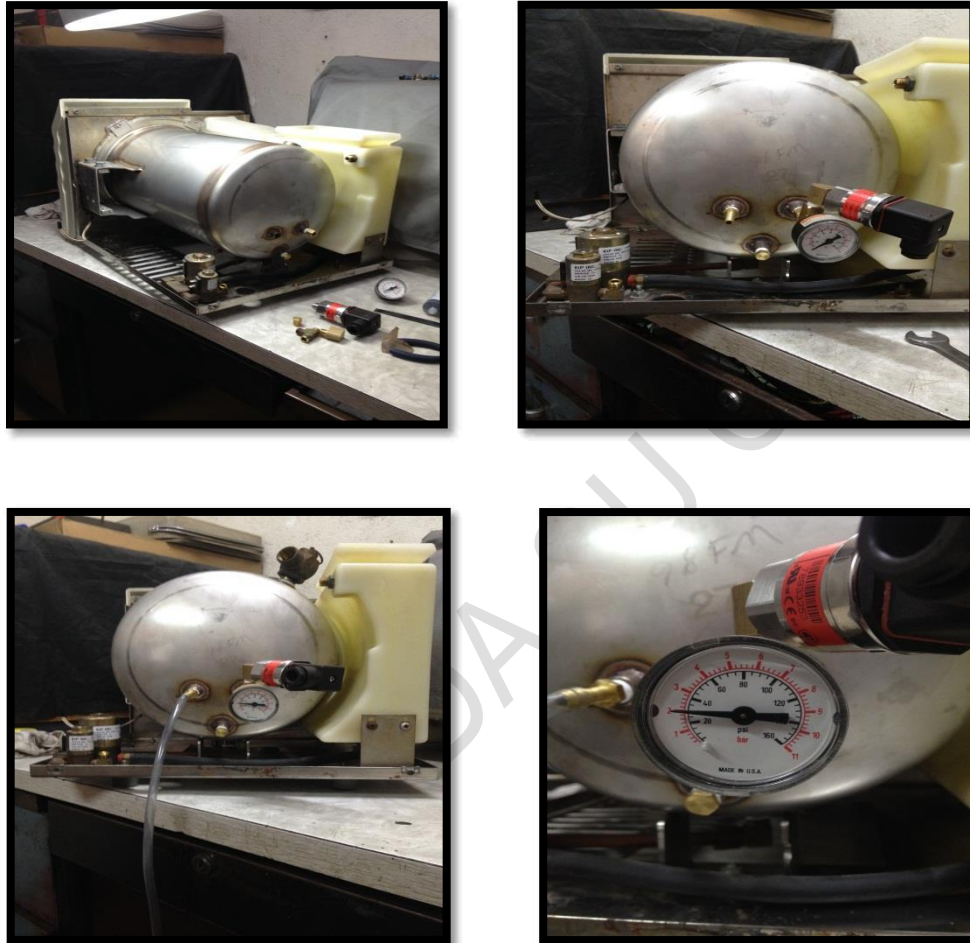


Fuente: Esta investigación.

PROHIBIDA SU COPIA

7.7 PROCESO DE ARME Y DESARME DE PIEZAS O SISTEMA

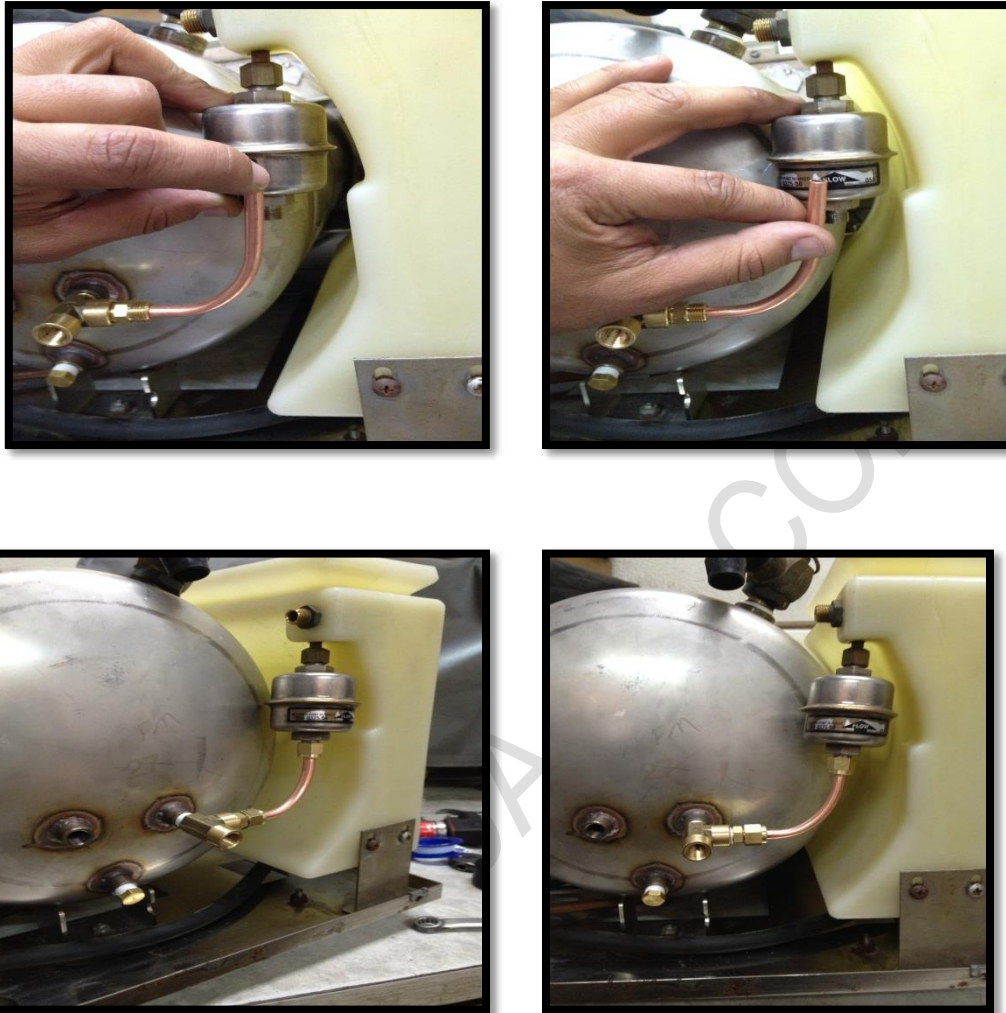
Figura 99 Proceso arme racores y sensor de presión



Fuente: Esta investigación.

En el anterior grafica se observa la instalación de racores de $\frac{1}{4}$ de diámetro de cobre, para poder conectar el sensor de presión electrónico y manómetro de presión análogo

Figura 100 Arme de válvula de cheque mecánica

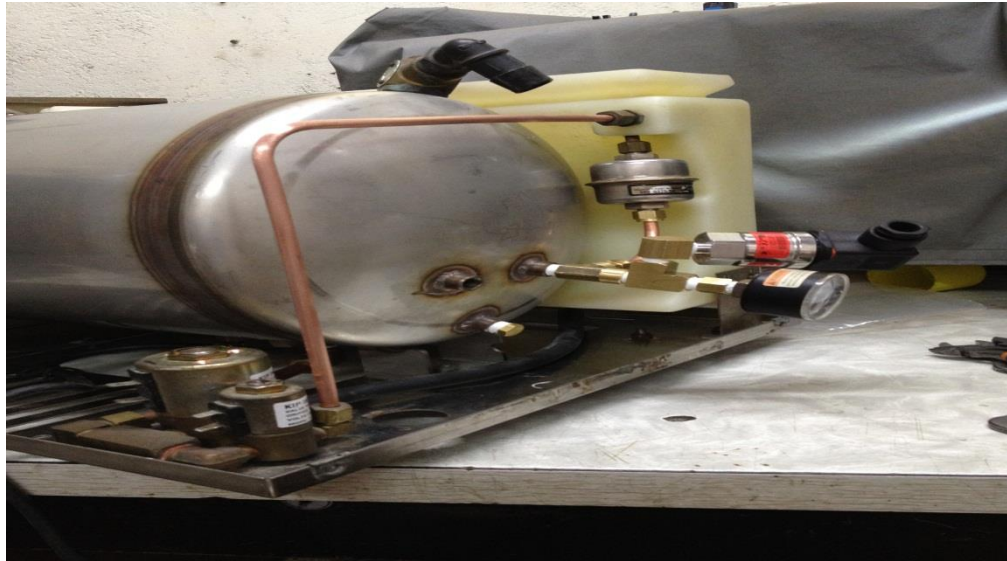


Fuente: Esta investigación.

Se puede observar la instalación de la válvula mecánica de cheque, la cual en el momento de calentamiento del agua se encuentra en estado abierta, lo que facilita la expulsión de vapor, y generar un vacío en la recámara, en el momento que la presión en el tanque es aproximadamente 6 psi, la válvula se cierra completamente, produciendo que el vapor que se encuentra adentro vaya variando la presión hasta alcanzar el punto deseado, que para el caso de

Figura 101 Arme tubería de cobre y válvulas solenoides

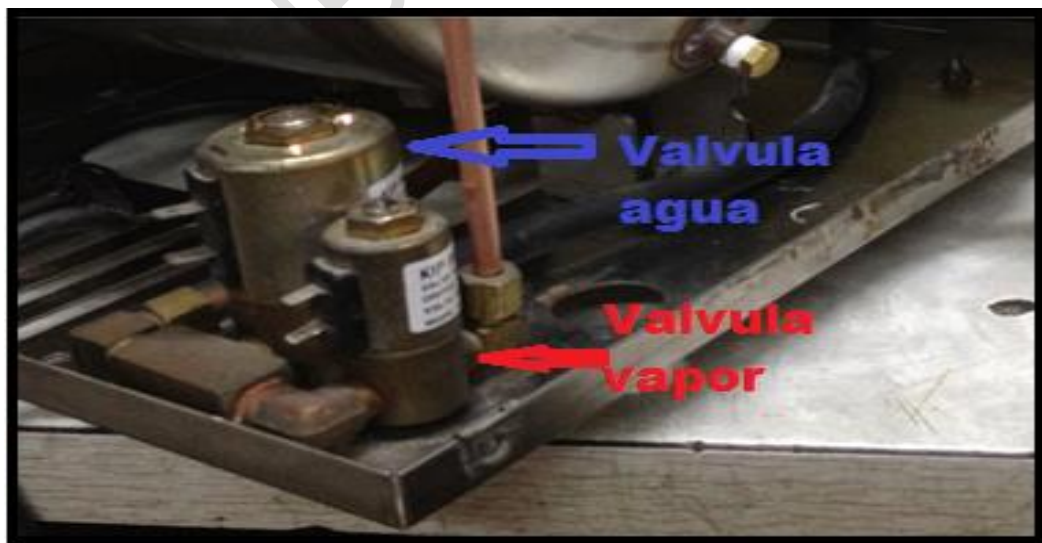
esterilización hace referencia a 1,2 bares y 2 ,1 bares de presión



Fuente: Esta investigación.

En la anterior grafica se puede observar la instalación de la tubería de cobre y las válvulas solenoides, que alimentan agua a la recamara de esterilización y la segunda es la válvula de salida de presión de vapor.

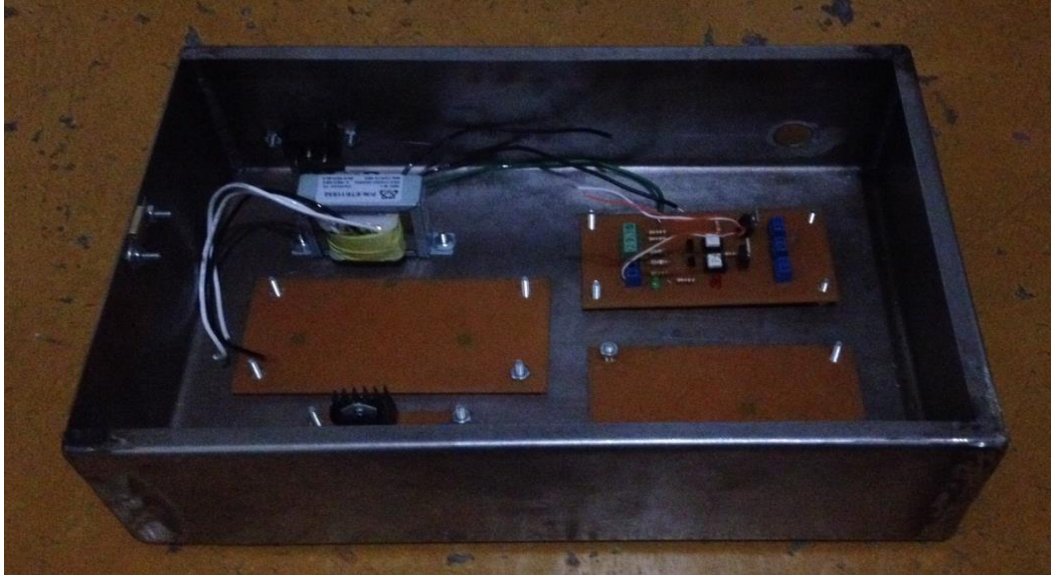
Figura 102 Instalaciones de válvulas de agua y vapor



Fuente: Esta investigación.

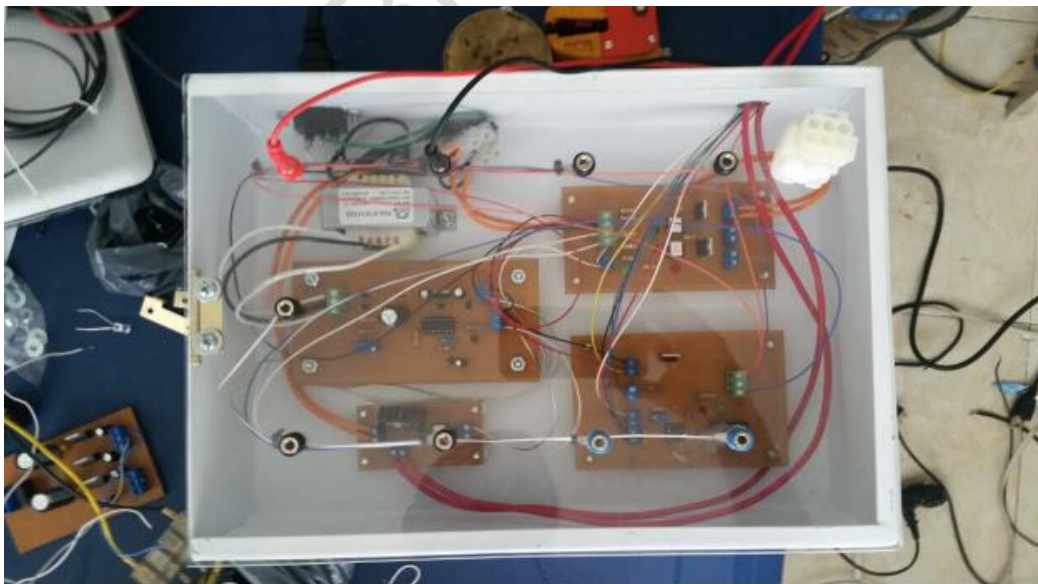
Adecuación de la caja metálica de control

Figura 103 Adecuación de las tarjetas electrónicas



Fuente: Esta investigación.

Figura 104 Instalación de las tarjetas electrónicas



Fuente: Esta investigación.

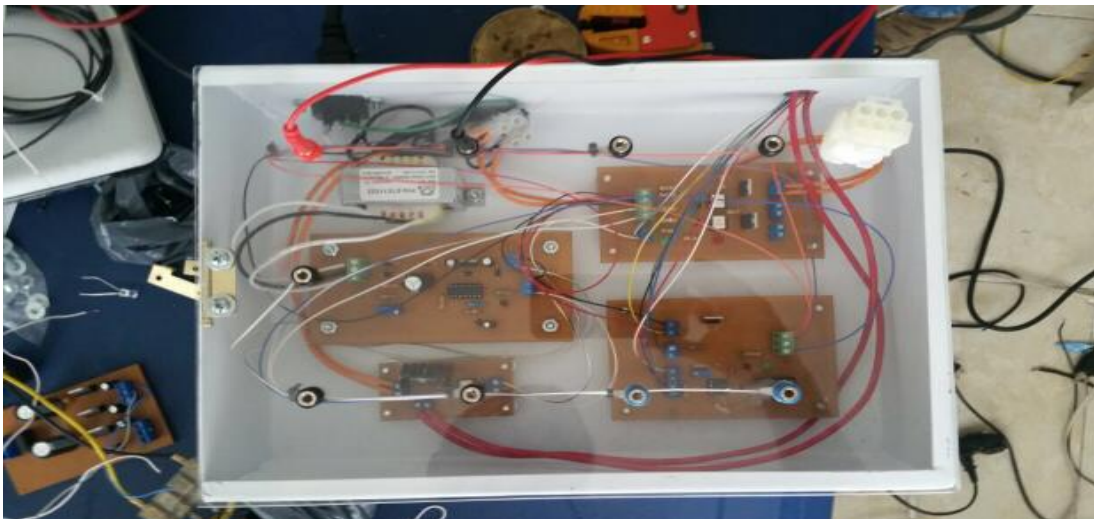
Se procede a la conexión del cableado de las tarjetas hacia la planta

Figura 105 Conexión de cableado entre las tarjetas electrónicas y la planta



Fuente: Esta investigación.

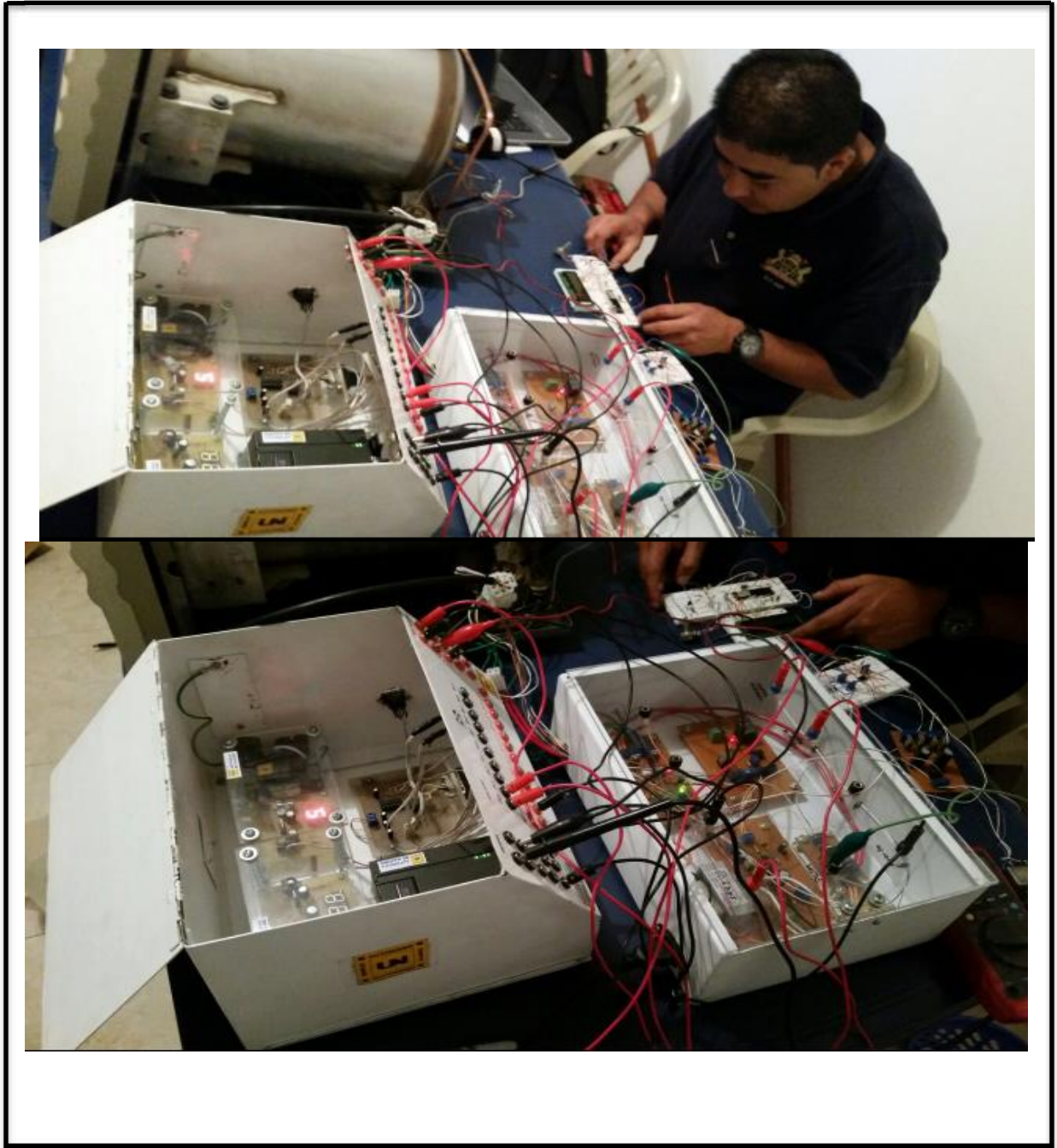
Figura 106 Cableado de la caja principal del circuito



Fuente: Esta investigación.

Se realiza la conexión del PLC

Figura 107 Conexión del PLC a los circuitos de la planta



Fuente: Esta investigación.

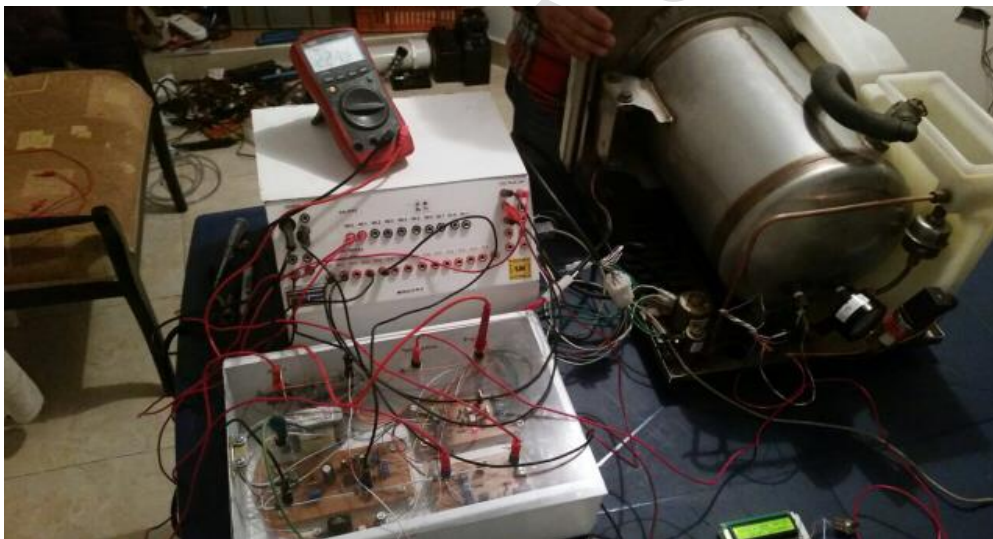
7.8 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO Y EJECUCIÓN

A continuación se describirán los resultados obtenidos de cada una de las pruebas Realizadas en el proceso de realización del proyecto. También se explicarán las circunstancias bajo las cuales se llevaron a cabo las pruebas

7.8.1 Prueba de funcionamiento.

La prueba de funcionamiento consistió en hacer mediciones en tiempo de ejecución del proceso de esterilización, en específico los métodos de estabilización de la variable a controlar en nuestro caso la presión. El tiempo de ejecución es importante puesto que dicho tiempo debe ser realmente preciso y exacto al tiempo en que el indicador verifica si se da o no una esterilización precisa, los usuarios de estos equipos serán los que determinen si se realizó bien este proceso. A su vez se obtuvieron los datos necesarios para estimar porcentajes que muestren las veces que se cumple la condición de que el tiempo de ejecución sea el preciso para cumplir con su función. En un principio se diseñó una programación que controlara todo el proceso de ejecución del autoclave, el detalle de dicho programa es que encuentra en los módulos PLC de la universidad Autónoma de Nariño.

Figura 108 Prueba de funcionamiento



Fuente: Esta investigación.

7.8.2 Prueba de estabilidad.

La prueba de estabilidad consistió en llegar al punto exacto de estabilización de la presión, que para el caso del autoclave se encuentra en el set point de 16 psi, y detectar que no exista ninguna fluctuación en la respuesta del controlador PI

Figura 109 Prueba de estabilidad



Fuente: Esta investigación.

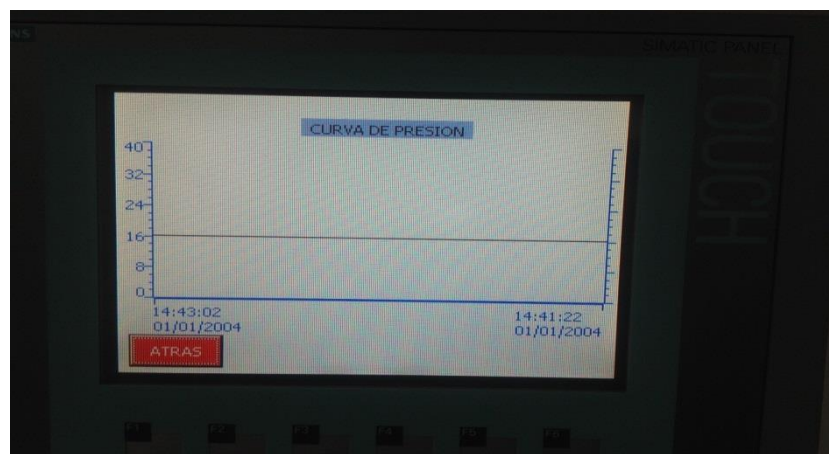
Con la pantalla HMI, acoplada en PLC, se puede identificar el funcionamiento del proceso

Grafica 14 HMI indicador presión y temperatura



Fuente esta investigación

Figura 110 HMI grafica de presión estable

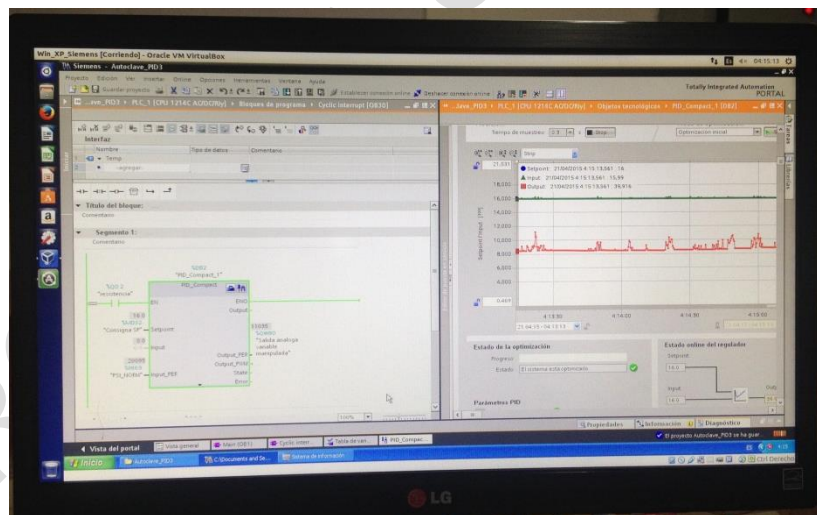


Fuente esta investigación

7.8.3 Ajustes de programación.

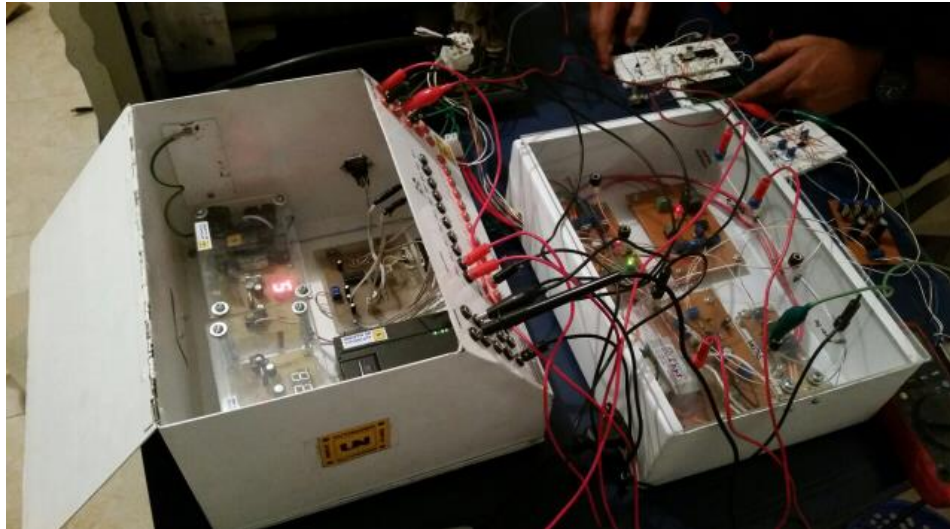
Mediante el software que ofrece el TIA PORTAL, está incluida la función para el control PI, el cual mediante unos cálculos matemáticos, se introducen los datos para ser procesados y obtener los resultados deseados

Figura 111 Ajuste PI



Fuente esta investigación

Figura 112 ajustes de programación



Fuente: Esta investigación.

7.8.4 Resultado de la prueba en el tiempo establecido

Esta prueba arrojó datos sobre el tiempo que toma para ejecutar el proceso de esterilización. El PLC realiza todo el control y proceso en el tiempo determinado que se tomó como base para llevar a cabo el proceso según normas y estándares de dicho proceso con intervalos 8 minutos hasta llegar a la temperatura y presión deseadas durante 15 minutos para llevar a cabo la esterilización y así garantizar este proceso. Se hicieron muchas pruebas para llegar a estabilizar la variable a controlar antes de llevar a cabo este proceso y al final se obtuvo el tiempo promedio de ejecución.

Figura 113 Resultados prueba de ejecución



Fuente de esta investigación 2015

7.8.5 Evaluación del sistema

Después de las pruebas realizadas, se puede concluir que el sistema presentó un comportamiento normal ante los eventos de control tanto de la variable controlada como de los tiempos de ejecución. Este servicio no se ve comprometido por el tiempo en que esté inactivo el sistema. La prueba de la medición de la estabilidad de la presión, indica que el sistema está logrando el objetivo de regular dicha variable a una precisión muy exacta con el fin de garantizar el proceso de acuerdo al nivel de privilegio del usuario.

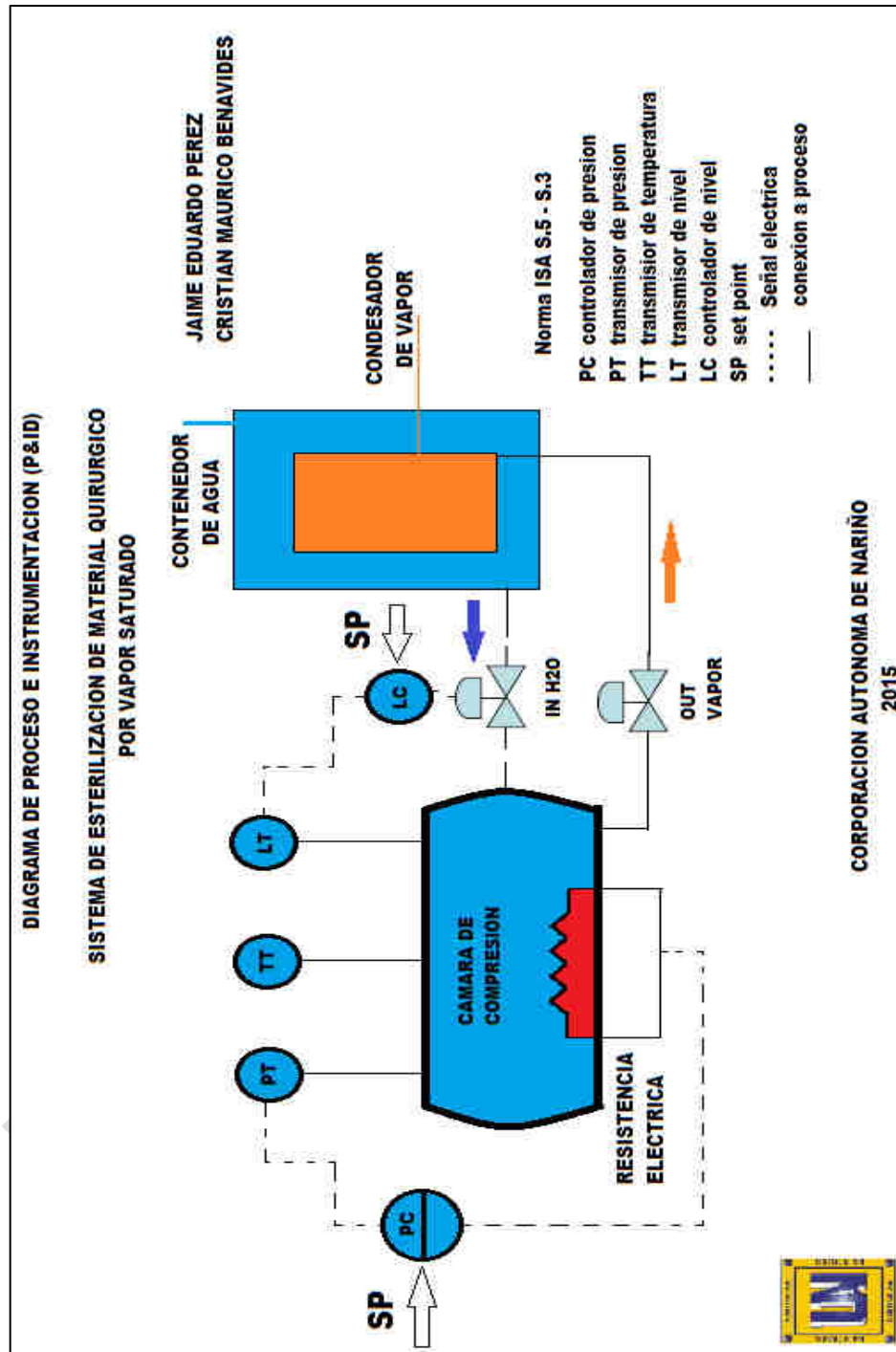
En cuanto a la utilización del sistema, el iniciar y detener el servicio de administración es muy sencillo pues solo se necesita utilizar el PLC y todas las demás tareas como verificar las condiciones de inicio las da el programa. La única tarea compleja, y que puede resultar para el usuario es el manejo del equipo como tal. Otro punto que se debe mencionar es que la parte de los valores de configuración del sistema siempre están visibles para que el usuario tenga conciencia en todo momento de los valores que utiliza el sistema.

Figura 114 Evaluación del sistema.



Fuente: Esta investigación.

Grafica 15 Diagrama de proceso P&ID



Fuente esta investigación



7.9 PRESUPUESTO

Los recursos para la financiación de este proyecto fueron obtenidos mediante ahorros, ayuda familiar y recursos propios, trabajos de medio tiempo mientras desarrollábamos el proyecto.

PROHIBIDA SU COPIA



7.10 COSTOS DEL PROYECTO

Tabla 24 presupuesto

DETALLE	UNIDAD	CAN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Impresiones	Unidad	500	100	50000
Impresiones papel fotográfico	Unidad	10	1000	10,000
Plan internet	Unidad	3	42.000	126,000
Lapiceros	Unidad	1	800	800
Lápiz	Unidad	2	600	1,200
Carpetas	Unidad	5	500	2,500
Diodos	Unidad	10	50	500
Diodo led	Unidad	5	250	1,250
Potenciómetro 10K	Unidad	3	500	1,500
Regulador LM 7805	Unidad	3	1.200	3,600
Disipador	Unidad	1	3.000	3000
Opto acoplador	Unidad	6	1000	6000
Triac 26600	Unidad	1	7500	7500
Triac 16600	Unidad	5	2500	12500
Pic 16f877	Unidad	1	13000	13000
Pantalla LCD 2X16	Unidad	1	12000	12000
Quemador de Pic	Unidad	1	90000	90000
Relevo 12 vdc	Unidad	1	3000	3000
Transistores NPN-PNP	Unidad	6	300	1800
Condensador electrolítico 2200uf	Unidad	2	1000	2000
Condensador electrolítico 10uf	Unidad	5	500	2500
Condensador cerámico de 0,1uf	Unidad	5	150	750
Puente de diodo	Unidad	1	2000	2000
Resistencias a ½ watt	Unidad	20	50	1000
Cristal de 4 MHz	Unidad	1	2500	2500
LM 324	Unidad	2	1000	2000
Transformador	Unidad	1	12000	12000
Baquelita	Unidad	2	5000	10000
Estaño	Unidad	2	22,000	22,000
Acido férrico (libra)	Unidad	3	3000	9000
Pomada para soldar	Unidad	1	3000	3000
Cautín	Unidad	1	50000	5000
Pieza mototool	Unidad	3	1600	4800
Electroválvula agua	Unidad	1	40000	40000
Electroválvula vapor	Unidad	1	40000	40000
Sensor temperatura PT100	Unidad	1	70000	70000
Sensor presión	Unidad	1	450000	450000
Sensor nivel	Unidad	1	40000	40000



Acrílico para caja	Unidad	1	20000	20000
Metro de tubo de cobre	Unidad	1	7000	7000
Segueta	Unidad	1	5000	5000
Tornillería	Unidad	36	194	7000
Aerosol	Unidad	2	9500	19000
Cable termoencogible	Unidad	1	2000	2000
Amarras plásticas	Unidad	100	50	5000
Autoclave	Unidad	1	400000	400000
Otros	Unidad	Varios	300000	300000
Total	Unidad			1,829,700

PROHIBIDA SU COPIA



CONCLUSIONES

Al realizar la revisión documental se encontraron temas que ayudaron al desarrollo de la investigación los cuales fortalecieron el conocimiento de los investigadores y la aplicabilidad dentro de la investigación

Los modelos matemáticos que fueron funcionales para esta investigación permitieron el desarrollo del control digital y su mecanización

El desarrollo del software permite el dinamismo del equipo de esterilización y su fácil manejo del operario

El circuito electrónico diseñado e implementado fue acorde con la investigación realizada dando como resultado unas prácticas excelentes en el proceso de prueba

PROHIBIDA SU COPIA



RECOMENDACIONES

Realizar mayor profundización en la parte teórica de los sistemas de control.

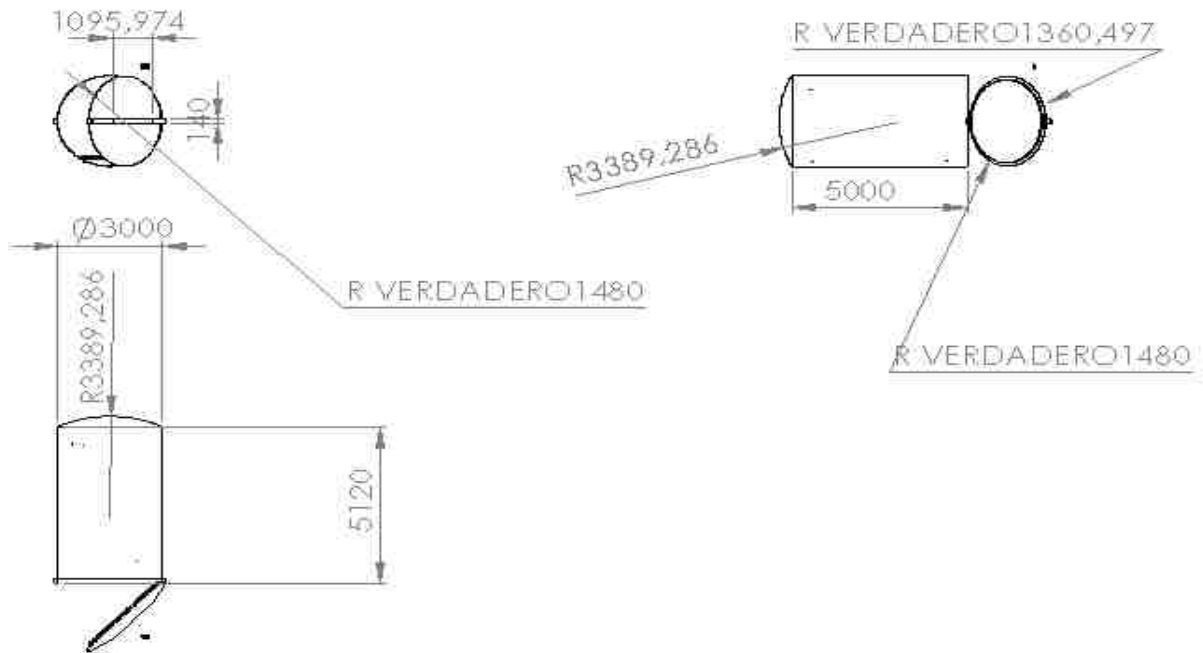
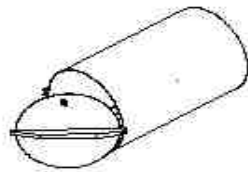
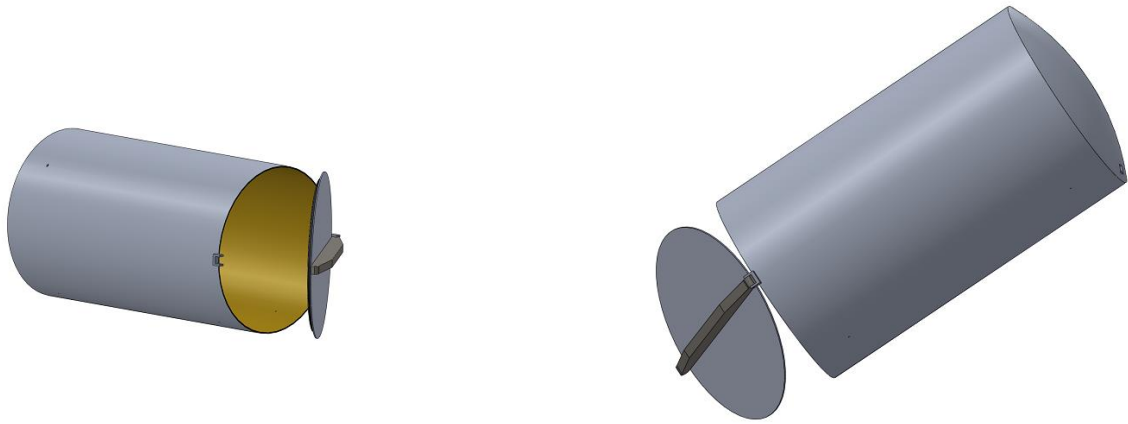
Con los modelos matemáticos identificar cual es la variable principal que afecta el desarrollo de la investigación

Documentarse apropiadamente sobre los equipos electrónicos sus alcances y limitaciones para evitar fracasos continuos en su adecuación

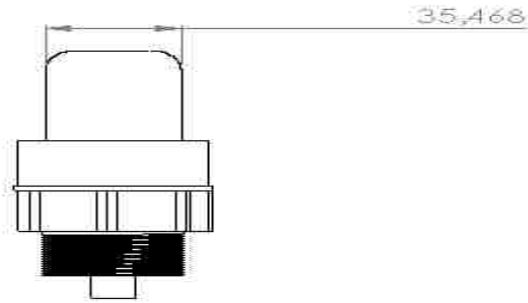
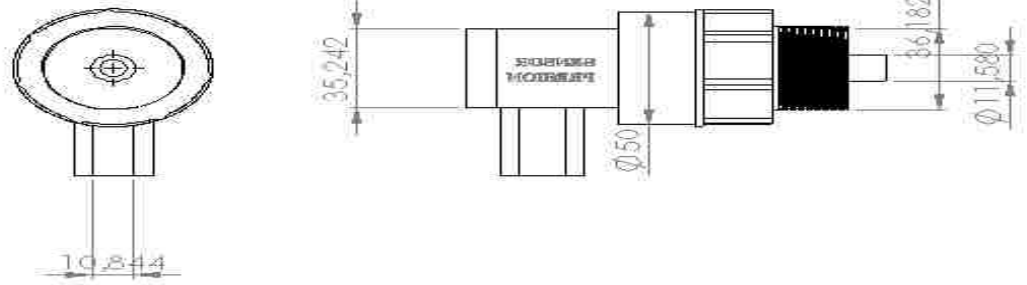
PROHIBIDA SU COPIA

GLOSARIO

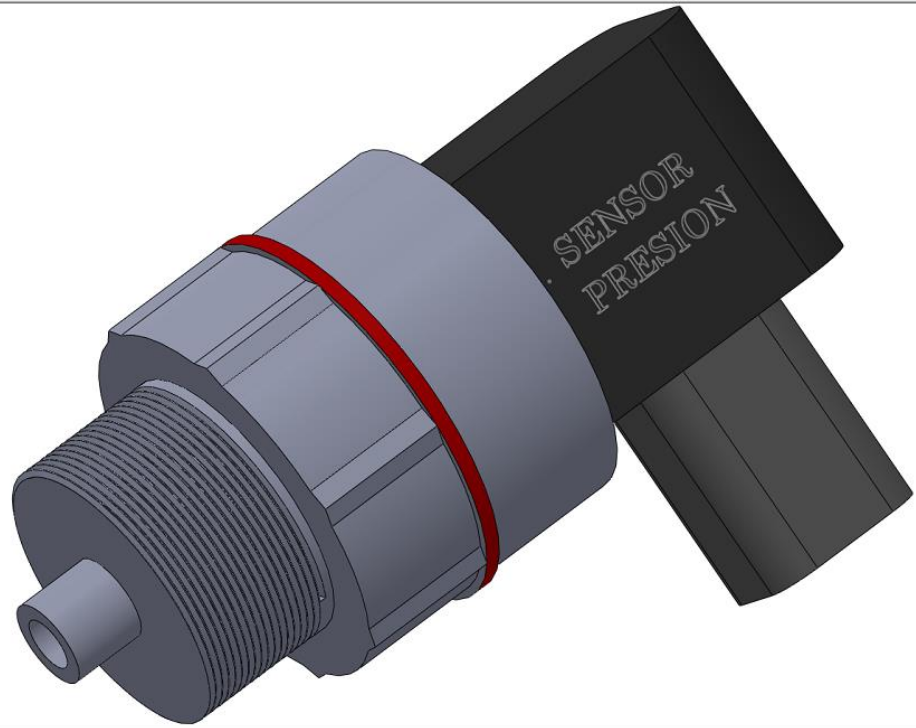
Calderin



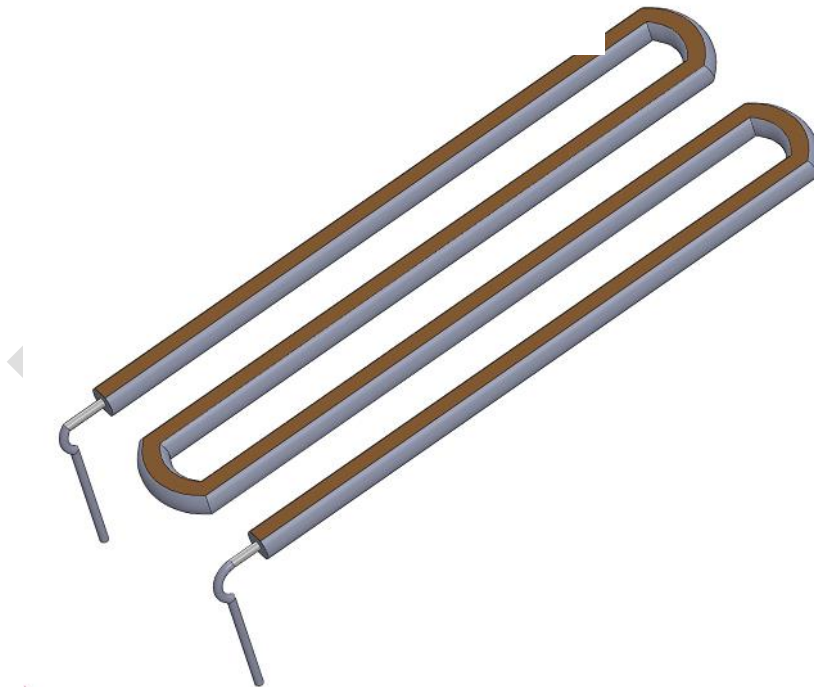
Sensor de Presión

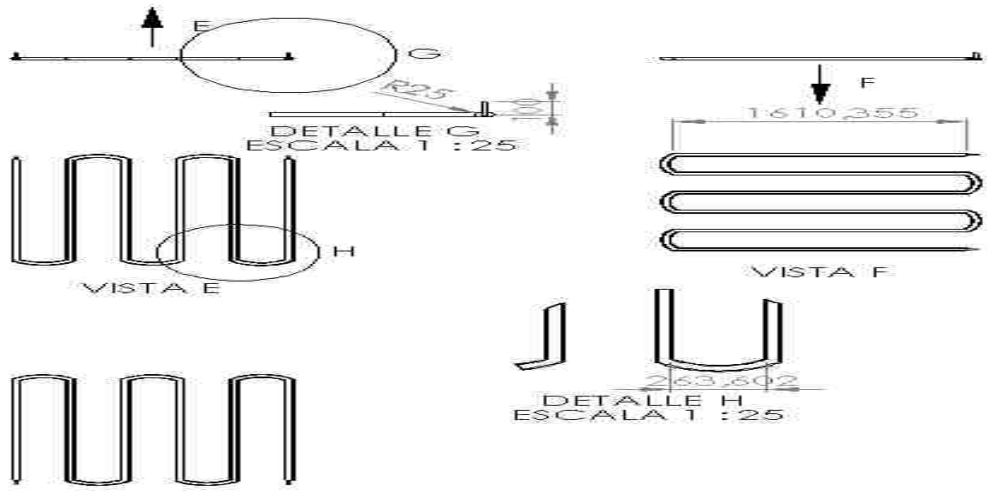


PROHIBIDA



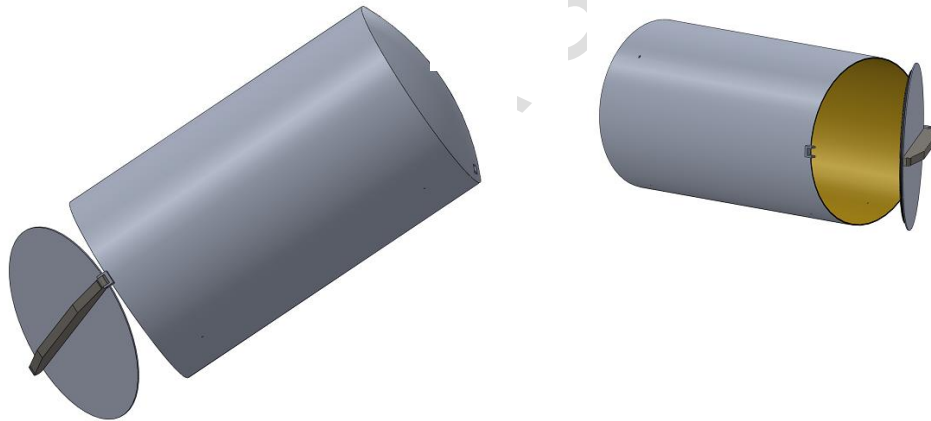
Resistencia eléctrica sumergible



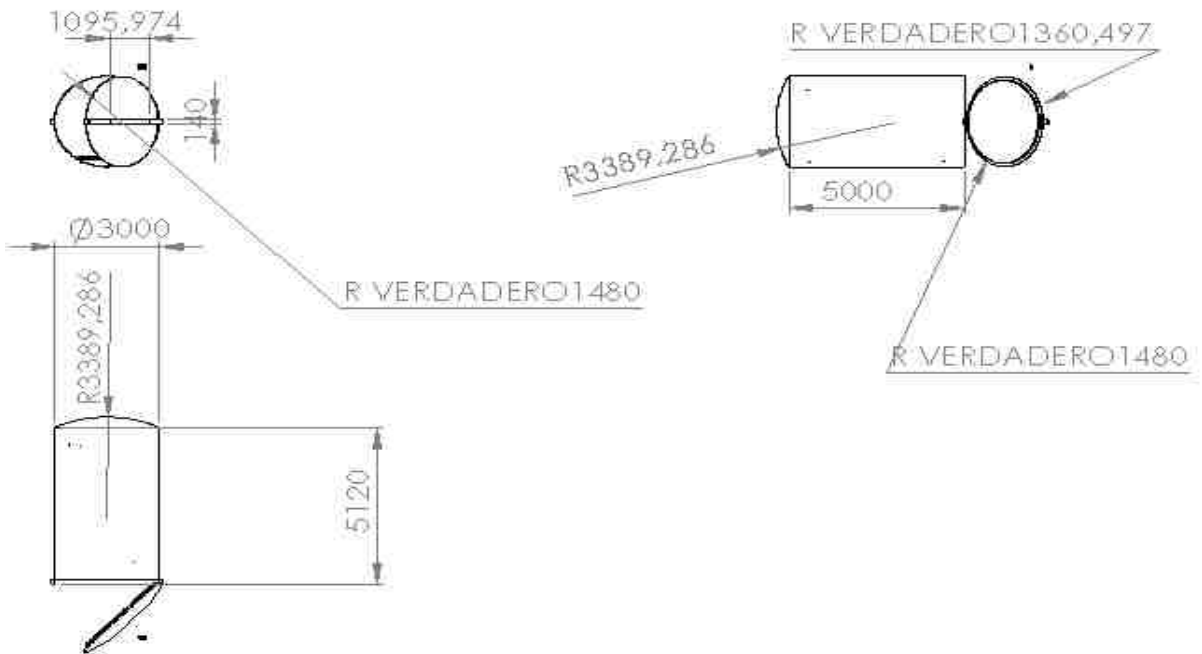
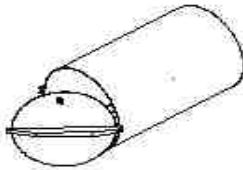


Carcaza externa

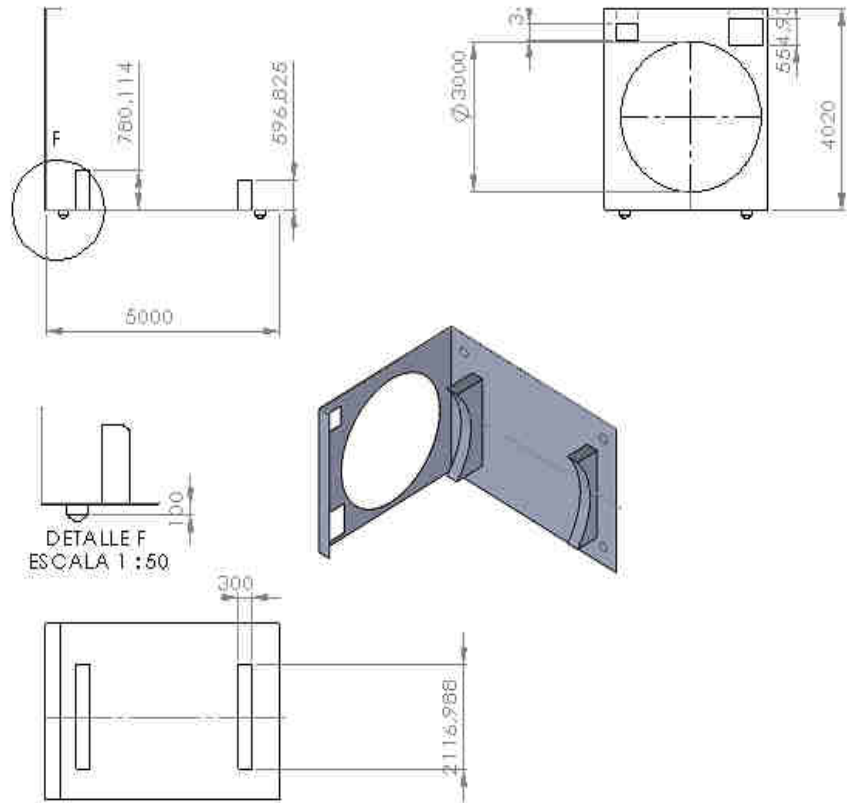
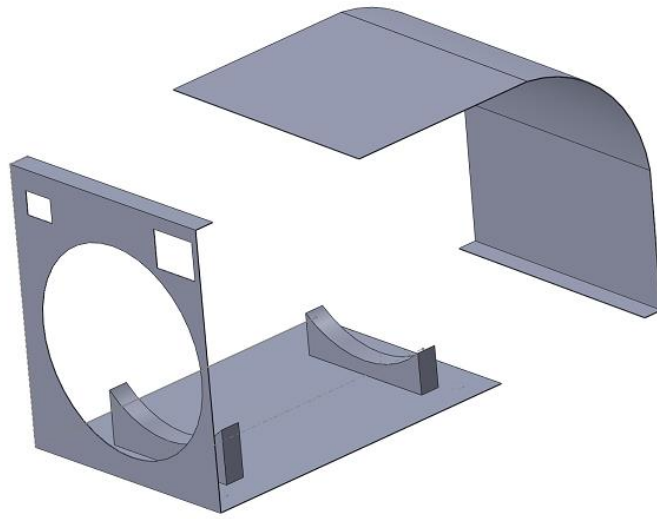
Calderin



Fuente



Carcaza externa





CIBERGRAFIA

BANCO DE LA REPUBLICA. Disponible en.
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/geohum4/atris1.htm>.
(02.03.2014, 03.04.2014)

CIDAE Centro de investigación y Desarrollo Empresarial, Corporación
Universitaria Autónoma de Nariño, 2006. (02.03.2014, 03.04.2014)

ESPINOSA ROMAN Víctor Hugo, Patógenos Humanos, disponible en
http://www.infectologiapediatrica.com/attachments/Patgenos_humanos.pdf.
(02.03.2014, 03.04.2014)

ESTERILIACION POR CALOR SECO disponible en
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_Esterilizaci%C3%B3n_por_calor_seco.pdf. (02.03.2014, 03.04.2014)

ESTERILIZACIONMF disponible en
<http://esterilizacionmf.wikispaces.com/M%C3%A9todos+de+Esterilizaci%C3%B3n>.
(02.03.2014, 03.04.2014)

DINAMICA ATMOSFERICA disponible en
http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esobiologia/1quincena5/1q5_con_tenidos_3f.htm. (02.03.2014, 03.04.2014)

INGENIATIC disponible en
<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/588-sensores-de-temperatura-rtd>. (02.03.2014, 03.04.2014)

LOS CIRCUITOS INTEGRADOS PROGRAMABLES disponible en
<http://melca.com.ar/archivos/Libro%20Todo%20Sobre%20PIC/Capitulo%201.pdf>

LOPEZ GOMEZ Roberto, Evolución Científica y Metodología de la Economía,
disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/rgl-evol/2.4.1.htm>
AUNAR. Disponible en <http://www.aunar.edu.co/>. (02.03.2014, 03.04.2014)

LECCION 10. HORNOS DE RESISTENCIAS disponible en
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion2.Hornos.RESISTENCIAS.2006.pdf>.
(02.03.2014, 03.04.2014)

METODOS DE ESTERILIZACION disponible en
http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_M%C3%A9todos_de_esterilizaci%C3%B3n.pdf. (02.03.2014, 03.04.2014)



MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DEL PROCESAMIENTO TÉRMICO, disponible en <http://docencia.izt.uam.mx/sgpe/files/users/uamico.pdf>. (02.03.2014, 03.04.2014)

NORMAS TÉCNICAS disponible en <http://es.scribd.com/doc/34564077/CENTROS-DE-SALUD>. (02.03.2014, 03.04.2014)

SEVILLA Fernández María José, Tema 8 Esterilización. Disponible en: <http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema8/Tema8-Esterilizacion.pag.3.pdf>. (02.03.2014, 03.04.2014)

SENSING disponible en http://www.sensing.es/Transductores_de_presion_Cm.htm. (02.03.2014, 03.04.2014)

Silvia I. Acosta-Gnass. Valeska de Andrade Stempliuk. Manual de esterilización para centros de salud. Disponible en: http://www.paho.org/PAHO-USAID/dmdocuments/AMR-Manual_Esterilizacion_Centros_Salud_2008.pdf. (02.03.2014, 03.04.2014)

TEMARIO disponible en <http://www.biologia.edu.ar/microind/esterilizaci%C3%B3n.htm>. (02.03.2014, 03.04.2014)

The free dictionary disponible en <http://es.thefreedictionary.com/autoclave>. (02.03.2014, 03.04.2014)

UNIDAD DIDÁCTICA 3 disponible en http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema3/. (02.03.2014, 03.04.2014)

VALVULAS DE PRESIÓN disponible en <http://www.hidranaven.com/pdf/presion.pdf>. (02.03.2014, 03.04.2014)



BIBLIOGRAFIA

DIAS DEL CASTILLO Emiliano. Revista de historia órgano de la Academia Nariñense de historia. El Derecho Pasto.1953.510p.

DORANTES GONZALES DANTE JORGE. Automatización y Control. Control Lazo Cerrado. Editorial. McGraw-Hill. Madrid.2004. Pág 403.

DORF Richard C. SVOBODA James A. Circuitos Eléctricos. Control de Potencia. Editorial. Alfaomega. 5ta Edición. California. 2004. Pág 620

KUO Benjamin C. Sistemas de Control Automático. Control PI. Editorial. Hispanoamericana. Múnich. 2000. Pág 507

MALVINO Albert Paul. Principios de Electrónica. PWM Sincronizado con la red eléctrica. Editorial. McGraw-Hill. 2000. Pág 430.

PROHIBIDA SU COPIA