

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO DE CAJÓN

Trabajo de grado previo la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

AUTOR:

Alex Marcelo Lomas Arias

DIRECTOR:

Ing. Jhonny Javier Barzola Iza, Msc

ASESORES:

Ing. Eliana Carolina Ormeño Mejía, Msc

Ing. Widmar Hernan Aguilar, Msc

Ibarra - Ecuador

Julio, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la Ley de Educación superior hago la entrega del presente trabajo a la un Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003108931 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Lomas Arias Alex Marcelo | | |
| DIRECCIÓN: | San Roque calle Bolívar | | |
| EMAIL: | alexlomasm@gmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | 2-900-170 | TELÉFONO MÓVIL: | 0981443858 |

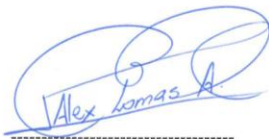
| DATOS DE LA OBRA | |
|--------------------------------|--|
| TÍTULO: | AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO DE CAJÓN |
| AUTOR (ES): | Lomas Arias Alex Marcelo |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 15/02/2019 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero En Mantenimiento Eléctrico |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Jhonny Javier Barzola Iza, Msc |

2.- CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de julio de 2019

EL AUTOR:



Alex Marcelo Lomas Arias



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO

Yo Jhonny Barzola en calidad de Tutor del señor estudiante, Lomas Arias Alex Marcelo certifico que han cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO DE CAJÓN". Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la defensa, impresión y empastado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jhonny Barzola', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Jhonny Barzola

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado está dedicado a mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis objetivos, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, por sus consejos, sus valores, y su motivación constante, los cuales me han permitido llegar a ser una persona de bien.

A mis hermanos, por su cariño, motivación y apoyo incondicional quienes estuvieron siempre durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi sobrina Valentina que ha sido mi gran motivación para nunca darme por vencido y llegar a ser un ejemplo para ella.

A mi familia en general, porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. En especial a mi tío Segundo Arias que desde el cielo supo guiarme y darme fuerzas para continuar.

A todas las personas que dieron su granito de arena, gracias a sus consejos soy una mejor persona.

Alex Lomas Arias



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber entregado bendiciones sobre mi familia y mi persona.

Les doy gracias a mis familiares por haberme apoyado y confiado en mí.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por brindarme la oportunidad de prepararme y ser un profesional.

A mi novia Naty Rodríguez por haber siempre estado junto a mí en los momentos más maravillosos y también en los momentos más difíciles.

A mis grandes amigos Ing. Oscar Chancosa, Ing. Dennis Chico que me ayudaron y brindaron su ayuda en esta etapa de mi vida.

Un agradecimiento especial al Ing. Francisco Vinuesa Orejuela y a toda su familia por el apoyo brindado.

Agradezco finalmente y no menos especial al Jhonny Barzola que confió en mí, al brindarme sus conocimientos y la ayuda necesaria para cumplir mi sueño.

Alex Lomas Arias

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------------------------------|
| 1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA | ii |
| 2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.-CONSTANCIA..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | ¡Error! Marcador no definido. |
| CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO | ¡Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| INTRODUCCIÓN | xvi |
| A1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | xvii |
| A2.- EL PROBLEMA..... | xviii |
| A3.- ALCANCE DEL TRABAJO..... | xix |
| A4.- VIABILIDAD DEL TRABAJO | xix |
| A5.- OBJETIVO GENERAL..... | xx |
| A6.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | xx |
| CAPITULO 1 | 1 |
| MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. BAÑO DE CAJÓN | 1 |
| 1.1.1. HISTORIA DEL BAÑO DE CAJÓN..... | 1 |
| 1.1.2. BENEFICIOS DE LOS BAÑOS DE CAJÓN..... | 2 |
| 1.2. AUTOMATIZACIÓN | 3 |

| | | |
|--|--|----|
| 1.2.1. | HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN | 3 |
| 1.2.2. | CONSECUENCIAS DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL SER HUMANO | 3 |
| 1.2.3. | INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)..... | 6 |
| 1.2.4. | MICROCONTROLADOR ARDUINO | 6 |
| 1.3. | CALEFÓN | 8 |
| 1.4. | PIE DE DUCHA..... | 9 |
| 1.4.1. | VENTAJAS DE ASPECTO DECORATIVO DE LOS PIE DE DUCHA | 9 |
| 1.4.2. | VENTAJAS DE ASPECTO FUNCIONAL DE LOS PIE DE DUCHA | 9 |
| 1.5. | MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE CALOR..... | 10 |
| 1.5.1. | LA COMBUSTIÓN..... | 10 |
| 1.5.2. | PROPIEDADES Y TIPOS..... | 10 |
| 1.5.3. | GENERACIÓN DE VAPOR..... | 11 |
| 1.6. | SENSORES DE TEMPERATURA | 12 |
| 1.6.1. | TERMOPARES | 12 |
| 1.6.2. | RTD (Detector de Temperatura de Resistencia) | 13 |
| 1.6.3. | TERMISTORES..... | 13 |
| 1.6.4. | INFRARROJO | 14 |
| 1.7. | SENSOR DE NIVEL DE AGUA..... | 14 |
| 1.7.1. | CLASIFICACIÓN DE SENSORES ELÉCTRICOS DE NIVEL DE AGUA | 14 |
| 1.8. | CONTROL DE FLUJO DE AGUA..... | 17 |
| 1.8.1. | VÁLVULA DE CONTROL | 17 |
| CAPITULO 2 | | 25 |
| DISEÑO Y CONTRUCCION DEL BAÑO DE CAJÓN | | 25 |
| 2.1. | ESTRUCTURA DEL BAÑO DE CAJÓN | 25 |
| 2.1.1. | ARQUITECTURA..... | 25 |
| 2.2. | IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS | 28 |
| 2.2.1. | CALEFÓN A GAS..... | 28 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.2. | CALDERO | 29 |
| 2.2.3. | TERMÓMETRO DE TEMPERATURA | 29 |
| 2.2.4. | INGRESO DE AGUA..... | 30 |
| 2.2.5. | ADMISIÓN DE AGUA | 32 |
| 2.2.6. | ARDUINO | 34 |
| 2.2.7. | MÓDULO RELÉ ARDUINO | 34 |
| 2.2.8. | TERMOPAR | 35 |
| 2.2.9. | VISUALIZACIÓN..... | 35 |
| 2.2.10. | FUENTE DE ALIMENTACION DE 5V..... | 36 |
| 2.2.11. | DIAGRAMA DE FLUJOS | 36 |
| CAPITULO 3 | | 39 |
| RESULTADOS: PRUEBAS DEL PROTOTIPO | | 39 |
| 3.1. | PRUEBA DE LOS ELEMENTOS POR SEPARADO | 39 |
| 3.1.1. | GENERACIÓN DE VAPOR..... | 39 |
| 3.1.2. | FUNCIONAMIENTO DE ASPERSORES..... | 40 |
| 3.1.3. | LECTURA Y VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA EN LA PANTALLA HMI TFT SERIAL PARA ARDUINO DADA POR LA TERMOCUPLA | 41 |
| 3.1.4. | ENCLAVAMIENTO CORRECTO DEL MÓDULO RELE | 42 |
| 3.1.5. | FUNSIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS PARA PRUEBAS GENERALES CON PACIENTES..... | 43 |
| CONCLUSIONES | | 47 |
| RECOMENDACIONES..... | | 49 |
| REFERENCIAS..... | | 50 |
| ANEXOS | | 52 |
| | ANEXO A: Manual de usuario..... | 52 |
| | ANEXO B: Programa Arduino para automatización del del baño de cajón para la hidroterapia | 63 |
| | ANEXO C: Baño de cajón (Vista posterior)..... | 70 |

| | |
|--|----|
| Anexo D: Ensamblaje del caldero | 70 |
| ANEXO E: Elementos para sujetar el granito para la aislación de transferencia de temperatura..... | 71 |
| ANEXO F: Creación de estructura de aluminio para la madera | 71 |
| ANEXO G: Colocación de las ruedas en el baño de cajón..... | 71 |
| ANEXO H: Colocación de pantalla y tomacorriente con entradas USB | 72 |
| ANEXO I: Colocación de letrero con luces indicadoras y parlantes..... | 72 |
| ANEXO J: Entrevista realizada al médico tratante | 73 |
| ANEXO K: Diagrama eléctrico | 75 |
| ANEXO L: Plano estructural del baño de cajón | 76 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----------|
| Figura 1: Baño de cajón | 1 |
| Figura 2: Lazo de control de proceso | 5 |
| Figura 3: Tarjeta de desarrollo Arduino Uno..... | 7 |
| <i>Figura 4: Calefón a gas.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Figura 5: Pie de ducha</i> | <i>9</i> |
| Figura 6: Termocupla | 12 |
| Figura 7: Sensor RTD | 13 |
| Figura 8: Termistor NTC | 13 |
| Figura 9: Termistor PTC..... | 14 |
| Figura 10: Sensor infrarrojo..... | 14 |
| Figura 11: Sensor eléctrico de nivel de agua | 14 |
| Figura 12: Sensor de nivel ultrasónicos sin contacto | 15 |
| Figura 13: Sensor de nivel ultrasónicos de contacto..... | 16 |
| Figura 14: Sensor de nivel por capacitancia..... | 17 |
| Figura 15: Válvula de aguja..... | 18 |
| Figura 16: Válvula de esfera o de bola | 19 |
| Figura 17: Válvula de compuerta..... | 19 |
| Figura 18: Válvula de globo..... | 20 |
| Figura 19: Válvula de guillotina | 20 |
| Figura 20: Válvula de mariposa | 20 |
| Figura 21: Válvula de seguridad o de alivio | 21 |
| Figura 22: Válvula de regulación y control..... | 21 |
| Figura 23: Accionamiento manual..... | 22 |
| Figura 24: Accionamiento mecánico | 22 |
| Figura 25: Accionamiento mecánico..... | 23 |
| Figura 26: Electroválvula | 23 |
| Figura 27: Estructura metálica | 26 |
| Figura 28: Colocación de ruedas..... | 26 |
| Figura 29: Construcción y fijación de la estructura de aluminio al pie de ducha | 26 |
| Figura 30: Rollos de bobina (madera de pino) | 27 |
| Figura 31: Colocación de la madera en la estructura de aluminio | 27 |
| Figura 32: Medidas del Baño de Cajón | 28 |

| | |
|---|----|
| Figura 33: Fusión del calefón con el tanque..... | 29 |
| Figura 34: Medidas de construcción del caldero..... | 29 |
| Figura 35: Termómetro indicador de temperatura mecánico..... | 30 |
| Figura 36: Regulador de caudal mecánico..... | 30 |
| Figura 37: Sensor de nivel modelo M5600..... | 31 |
| Figura 38: Arduino Uno con su caja protectora..... | 34 |
| Figura 39: Relé de una vía para Arduino..... | 35 |
| Figura 40: Forma de conexión de la termocupla con el Arduino..... | 35 |
| Figura 41: Forma de conexión pantalla HMI TFT serial..... | 36 |
| Figura 42: Fuente reductora de voltaje 10v a 5v..... | 36 |
| Figura 43: Prueba de generación de vapor..... | 40 |
| Figura 44: Aspersores utilizados..... | 40 |
| Figura 45: Visualización de temperatura en pantalla HMI TFT serial..... | 41 |
| Figura 46: Pantalla LCD..... | 42 |
| Figura 47: Enclavamiento correcto del módulo relé..... | 42 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Tabla de especificaciones técnicas del sensor eléctrico seleccionado | 31 |
| Tabla 2: Tabla de especificaciones técnicas de los voltajes y corrientes máximas a las que debe trabajar el sensor del nivel | 32 |

RESUMEN

El desarrollo de la presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar la automatización en el proceso de funcionamiento de un baño de cajón para tratamientos hidroterapéuticos. Se presentaron los antecedentes, análisis de los problemas y la justificación donde se analizaron conceptos de salud y seguridad, así como el equipamiento para diseñar la automatización. Se aplicaron las metodologías de investigación que se complementaron con una entrevista al médico tratante experto en la utilización de la terapia con baño de cajón. Una vez que se dispuso de los conocimientos teóricos y experiencia se presentó el desarrollo de la propuesta técnica en el acople de un calefón a gas junto a un tanque el cual se encarga de generar el vapor necesario para la terapia, de la misma manera se instaló dos electroválvulas las encargadas de controlar el paso del agua para la generación de vapor y el tratamiento de agua fría, seguido a esto se colocó una termocupla encargada de controlar la temperatura dentro del cajón y que será graficada en una pantalla HMI TFT serial, que todo en conjunto automatizado en un programa en el software de un Arduino UNO, presentando tres pulsadores los cuales se encargan de dar inicio a su funcionamiento y además permitiendo tener un control en el paro del tratamiento.

Al combinar un servicio terapéutico con la implementación sugerida por el médico tratante como es un sistema de audio, tomacorriente 120V con salida USB integrado a la misma máquina, permite al paciente disfrutar de una mejor experiencia integral al uso de este tipo de terapia.

Finalmente, se concluye que este baño de cajón es un modelo de utilidad en hardware como en software la cual se creó con el fin de total confort y utilidad tanto para centros especializados como también para su uso en hogares, que presta versatilidad y sencillez en su maniobrabilidad ya que dicho prototipo cuenta con su manual de usuario.

Palabras clave: Baño de cajón, electroválvulas, Arduino UNO, termocupla, sensor de nivel.

ABSTRACT

The development of the present investigation aims to design and implement the automation in the process of operating a drawer bath for hydrotherapy treatments. The antecedents, analysis of the problems and justification were presented where health and safety concepts were analyzed, so the equipment to design the automation. The research methodologies were applied and complemented by an interview with the expert treating physician in the use of drawer bath therapy. Once the technical knowledge and experience were available, the development of the technical proposal was presented in the coupling of a gas water heater next to a tank which is responsible for generating the necessary steam for the therapy, in the same way it was installed Two electrovalves are responsible for controlling the passage of water for the generation of steam and the treatment of cold water, followed by a thermocouple that controls the temperature inside the drawer and will be plotted on a serial HMI TFT screen, that everything together automated in a program in the software of an Arduino ONE, presenting three push buttons which are responsible for starting its operation and also allowing to have a control in the stoppage of the treatment.

By combining a therapeutic service with the implementation suggested by the attending physician such as an audio system, 120V outlet with integrated USB output to the same machine, allows the patient to enjoy a better overall experience when using this type of therapy.

Finally, it is concluded that this drawer bathroom is a hardware and software utility model which was created with the purpose of total comfort and utility both for specialized centers and for use in homes, which provides versatility and simplicity in its maneuverability. since that prototype has its user manual.

Keywords: Drawer bath, electrovalves, Arduino ONE, thermocouple, level sensor.

INTRODUCCIÓN

A través de la historia el baño de cajón ha existido en diferentes formas, siempre con el propósito de ser una terapia de limpieza y relajamiento a efectuarse en un lugar específico. Al principio eran hoyos en la tierra con una fogata en su interior rodeados con alguna estructura que lo protegiera del viento y del agua con la idea a su vez de retener el calor, con el pasar de los años lo único que se modernizó fue el generador de calor, con diversos métodos de calentamiento como la leña y hervir agua.

En los baños de cajón primitivos se calentaba una pila de rocas a altas temperaturas, mediante grandes cantidades de madera. Sobre ellas se arrojaba agua para producir vapor. El baño de vapor es un cajón que fue diseñado para ser ocupado por un solo usuario sentado, construido con la combinación de diversos materiales cuya característica común es la resistencia a la oxidación y a la temperatura. Es tradición ancestral que se lleva a cabo en terapias con base de agua cocinada, flores, hierbas y demás productos de la naturaleza. (Álvares, 2015)

Este habitáculo incorpora un equipo cuya función principal es la generación e inyección de vapor en el interior de la cabina. El baño de cajón es a base de vapor y se lo hace con hierbas medicinales. El proceso, muchas veces, va acompañado de música relajante, velas aromáticas e hidratación. La estructura de los cajones donde ingresan los pacientes está elaborada en pino. Para este tipo de baño se utilizan plantas medicinales como: menta, eucalipto, hierbaluisa, hierbabuena, manzanilla y otras.

El baño de vapor funcionaba a través de calderas de agua calentadas al fuego hasta que producían vapor al hervir, este era conducido y acumulado en los habitáculos para realizar los baños. La regulación de la temperatura se realizaba de forma tan simple como reducir o aumentar la cantidad de leña o la cantidad de agua a hervir. De esta forma se esparcía el vapor por todo el habitáculo. Los baños de vapor son similares a los baños de cajón, con la diferencia que los baños de vapor son creados para la utilización de varias personas al mismo tiempo. (Alvares, 1999)

La utilización de los baños de cajón mejora la circulación de la sangre, elimina las células muertas, disminuye los niveles de colesterol, ayuda a bajar de peso, ayuda a combatir problemas respiratorios y también brinda una piel saludable y tersa.

Se recomienda que para el uso de los baños se ingrese 15 minutos, ducharse de 1 a 2 minutos en agua tibia o fría, reingresar al cajón por 15 minutos y ducharse durante 1 o 2

minutos con agua tibia o fría. Concluyendo de esta forma el circuito del tratamiento en los baños de cajón.

No es recomendable la utilización de este tipo de terapia a las personas que padecen presión arterial alta, hipertensión, venas varicosas, personas con problemas cardiacos complejos y mujeres embarazadas. No ingresar a los baños de cajón hasta 1 hora después de haber ingerido alimentos.

La persona se debe someter únicamente a la temperatura que pueda tolerar la misma, ya que existen personas de edad avanzada que pueden soportar mayor temperatura que una persona mucho más joven que ella.

La automatización se ha observado desde los tiempos antiguos cuando se creaban toda clase de máquinas provistas de alguna forma de fuente de energía con el fin de imitar los movimientos de los seres vivos. La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hacia la automatización. (Dunn, 1997)

Con la llegada de la automatización se pudo alcanzar la ejecución de un proceso por medios propios. Es una amplia variedad de sistemas o procesos; donde se transfiere tareas de producción a un conjunto de elementos tecnológicos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. El alcance que tiene la automatización va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del ser humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales. (Moreno & Ramon, 2002)

A1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen diversos lugares donde se brinda tratamientos mediante los baños de cajón de forma rudimentaria, por lo cual no se toma las medidas de seguridad necesarias para proteger la integridad de las personas y agilidad del procedimiento.

Al no tener un sistema de funcionamiento adecuado, se tiene pérdidas de tiempo de la persona que manipula el baño de cajón, ya que se tiene que mantener junto a este

durante todo el tiempo de duración del baño, reducción de la intimidad del paciente y peligro de su integridad física.

Los baños de cajón en la actualidad no cuentan con un sistema que controle su funcionamiento, el único controlador de tiempo es el reloj que posee la persona que hace funcionar el baño, esto significa que no se cumple con los estándares de seguridad y salud.

La forma de crear el vapor para su funcionamiento es de manera natural, esto quiere decir quemando dentro de un horno palos de eucalipto para así poder crear el vapor necesario; esto implica que tiene un alto riesgo de incendio ya que no se lo realiza con la seguridad necesaria.

La temperatura a la que está sometido el paciente no es la indicada ya que la maquina no cuenta con un indicador de temperatura.

A2.- EL PROBLEMA

¿Cómo automatizar el proceso de funcionamiento de un baño de cajón con el fin de brindar un servicio que cumpla con los estándares de salud y seguridad?

Para el mejor desempeño se requiere la automatización del funcionamiento del baño de cajón para así poder brindar una mejor atención ya que va a tener menores probabilidades de accidentes.

Permitir al usuario tener una rehabilitación más confortable y discreta, ya que una vez iniciado el baño de cajón el operador no tiene que preocuparse de su funcionamiento, sino hasta el final de este.

En la actualidad no se cuenta con antecedentes sobre la mejora de los baños de cajón, todos siguen funcionando de forma rudimentaria lo cual es peligroso.

Con la automatización de esta máquina lo que se quiere es que el usuario tenga una mejor experiencia en el uso de esta medicina natural. Lo que se quiere también es alargar la vida útil de dichos baños, ya que se realiza un mantenimiento adecuado y no se necesitaría de mucho tiempo para ello.

Mediante la instalación de sensores de temperatura en los baños de cajón se pretende que el usuario no sufra afecciones en la piel debido a la exposición a temperaturas que sobrepasan los estándares de seguridad y salud.

La creación del vapor para el funcionamiento del baño de cajón va a ser realizado con la adaptación de un caldero que va a genera vapor mediante el calentamiento del agua, el cual va a ser ingresado al recipiente de forma automática.

A3.- ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance que tiene este trabajo es el de automatizar el proceso de funcionamiento de un baño de cajón con el fin de brindar un servicio que cumpla con los estándares de salud y seguridad, esto se lo realizara mediante lo siguiente:

Con la utilización de una placa de desarrollo de hardware ARDUINO se propone la automatización de los siguientes componentes de un baño de cajón:

- Automatización de las electroválvulas
- Automatización del caldero
- Automatización del sistema de audio
- Automatización de la temporización

A4.- VIABILIDAD DEL TRABAJO

El presente proyecto se basa en la automatización del proceso de funcionamiento de un baño de cajón, con esto se pretende facilitar su uso y además cumplir con los estándares de salud y seguridad.

Para la realización de este proyecto se tiene la disponibilidad de recursos económicos que será financiado por el propietario del Centro Naturopático Naturosana de la ciudad de Ibarra, también se dispone de recursos humanos al ser elaborado en conjunto por el ingeniero tutor y el estudiante.

Los equipos y sistemas que existen actualmente, se los puede conseguir en el país y permiten implementar el presente proyecto.

En la actualidad existe la facilidad de realizar investigaciones en internet, además se va a tener la colaboración de una persona especializada en el uso y funcionamiento del baño de cajón.

La realización y puesta en marcha de este proyecto se estima que tomara entre 5 y 6 meses, dependiendo de la disponibilidad del recurso económico para la adquisición de los materiales necesarios para su elaboración.

A5.- OBJETIVO GENERAL

Automatizar el proceso de funcionamiento de un baño de cajón, mediante la implementación de dispositivos eléctricos y mecánicos con el fin de brindar un servicio que cumpla con los estándares de salud y seguridad.

A6.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una investigación la cual permita conocer los parámetros de salud y seguridad sobre el funcionamiento de un baño de cajón y sus beneficios médicos; además de los fundamentos de control que permitirá su automatización.

Desarrollar la programación y configuración necesaria para todos los controladores de tiempos, temperatura y sistema de audio que se va a implementar.

Acoplar al baño de cajón los distintos elementos eléctricos y mecánicos para la complementación del proceso de automatización de todo el equipo.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo tiene la finalidad de presentar los conocimientos básicos de la automatización del proceso de funcionamiento del baño de cajón. También se detalla los componentes principales para su funcionamiento.

1.1. BAÑO DE CAJÓN

1.1.1. HISTORIA DEL BAÑO DE CAJÓN

Hace mucho tiempo fueron creados los baños de cajón con fines de brindar una terapia de limpieza y relajamiento. En un principio se trataba de hoyos en el suelo que contenía una fogata rodeada con alguna estructura para protegerla del viento, del agua y también como retención del calor. Se colocaba una pila de rocas sobre la fogata, al llegar estas a altas temperaturas se arrojaba agua sobre ellas para producir vapor.

Con el pasar de los tiempos los baños de cajón presentaron mejoras únicamente en la generación de vapor con diferentes métodos de quema de leña y hervir agua. Estas terapias se llevan a cabo con agua hervida conjuntamente con flores, hierbas y otros productos de la naturaleza que no son perjudiciales para nuestra salud, esto se lo practica desde mucho tiempo atrás. (Álvares, 2015)

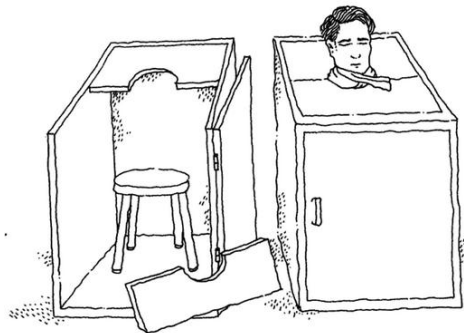


Figura 1: Baño de cajón
Fuente: Medicina natural (Lezaeta, 1997)

Este mueble consta con un equipo rudimentario el cual tiene como función principal la generación e introducción de vapor dentro de la cabina. En un baño de cajón tradicional se produce vapor con una olla de presión sobre una cocina a gas o cocina a leña, esta olla contiene agua la cual hierve en un cierto tiempo y así genera vapor. Este proceso muchas veces va acompañado de música relajante, velas aromáticas e hidratación, esto depende del requerimiento del paciente. Mayormente la construcción de este habitáculo es

principalmente a base de pino, ya que tiene resistencia a la temperatura y también propiedades medicinales.

A diferencia de un sauna, un baño de cajón es casi hermético, por lo que la humedad se acumula al 100%, aquí, el aire está tan húmedo que el agua se condensa en las paredes. Los baños de cajón alcanzan un máximo de alrededor de 40 y 50 grados centígrados, pero la humedad previene que el sudor se evapore, lo que provoca una sensación mayor de calor en algunas personas

En la actualidad, el baño de cajón tiene temperaturas controladas con nubes de vapor caliente que oscilan entre los 35 y los 60° C; se realiza en áreas cerradas y acondicionadas con materiales especiales que aseguran su duración y baja contaminación. Para regular la temperatura que se obtenía dentro del habitáculo simplemente se lo realizaba con la reducción o aumento de la cantidad de leña o agua a hervir. (Alvares, 1999)

La forma adecuada de un tratamiento es el ingreso al habitáculo por 20 minutos, salir y ducharse de 5 a 10 segundos con agua tibia o fría, luego volver a ingresar al cajón durante 20 minutos y finalmente volver a salir para recibir una ducha entre 5 y 10 segundos nuevamente. Finalizando de esta forma el proceso correcto de la terapia de un baño de cajón. No es recomendable el ingreso a los cajones a personas en estado etílico y después de haber ingerido algún tipo de alimento hasta después de 1 hora.

Es recomendable que el paciente sea sometido únicamente a temperaturas que puede soportar, ya que existen personas que tiene una menor resistencia a las altas temperaturas, pero esto no quiere decir que dicha persona no puede ser sometida a este tipo de terapias. Toda persona que cuente con la aprobación del médico tratante puede ser tratada con ese tipo de terapias.

Se debe evitar que el vapor viaje hacia la cabeza, específicamente a la nariz ya que puede causar el desmayo inmediato del paciente; esto se evita mediante la colocación de un paño o toalla alrededor del cuello en la abertura del cajón. (Lazaeta, 2001)

El uso de un baño de cajón es una manera beneficiosa para relajar los músculos, revitalizar la piel, mejorar la circulación sanguínea y aliviar el estrés mental.

1.1.2. BENEFICIOS DE LOS BAÑOS DE CAJÓN

- Mejora la circulación de la sangre
- Elimina las células muertas

- Disminuye los niveles de colesterol
- Ayuda a bajar de peso
- Ayuda a combatir problemas respiratorios
- Piel saludable y tersa

1.2. AUTOMATIZACIÓN

1.2.1. HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN

En tiempos pasados no habían las herramientas tecnológicas que se tiene hoy en la actualidad, ya que no era necesaria la producción masiva de algún producto que tenga una alta calidad. Antiguamente los buenos artesanos eran los únicos en fabricar productos de buena calidad. Hoy en día la calidad está atada con la repetitividad, estandarización y confiabilidad del producto. (Vinueza, 2017)

La automatización conjuntamente con la ingeniería nos permite crear una alternativa de solución a una necesidad en el campo medico como el facilitar el proceso de funcionamiento de un baño de cajón, ya que su fuente de energía es el vapor, esto conlleva a la implementación de la tecnología de la automatización de baño de cajón a un nuevo parámetro de atención de salud beneficioso tanto al tratante como al paciente y se innova en el área de la medicina alternativa a través del desarrollo de la tecnología.

1.2.2. CONSECUENCIAS DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL SER HUMANO

La razón para crear un proceso o sistema automatizado es únicamente para tener una mayor producción a menor costos y cada vez con la menor intervención de la persona, para así poder lograr ser más competitivo con otros productos.

(S.Idler, Ebel F., 2008) Dicen que la destreza de la automatización contribuye a ese fin de varias maneras:

- En la fabricación automatizada se necesitan menos operarios.
- La fabricación puede ser las 24 horas del día, solo interrumpiendo el proceso para ejecutar trabajos de mantenimiento.
- Al tener las máquinas existiría menos errores que los humanos, los productos tienen alto y constante nivel de calidad.

- El tiempo de proceso es menor.
- Gracias a la automatización, los trabajadores no realizan procesos pesados, monótonos y peligrosos comprometiendo su salud.
- Al tener ventajas, también enfrentamos desventajas que nos exponen (S.Idler, Ebel F., 2008), de la automatización:
 - Reducción de puestos de trabajo (en vez de 10 trabajadores no calificado, se necesita un solo operario calificado, encargado del servicio técnico).
 - La automatización de los procesos de fabricación implica que los operarios tomen decisiones específicas, cuyas consecuencias no puede apreciar en su totalidad debido al carácter complejo de las instalaciones.
 - El costo presentado por un sistema automático tiene como consecuencia que los individuos asumen una mayor responsabilidad en relación con el éxito de la empresa.

Es muy evidente que la automatización reduce el esfuerzo laboral no calificado como también sus horas de trabajo, su salario; esto no quiere decir que se elimina totalmente la presencia de personal calificado para su producción. La principal razón para una automatización no reduce necesariamente el costo del trabajo.

La máxima calidad en los productos que se ofrece se logra con la exactitud de las máquinas automatizadas, esto elimina los errores propios del ser humano; por ello se necesita, que al manipular un baño de cajón de forma manual se requiere una precisión en su funcionamiento de acuerdo con quien sea el operario y al estado de salud que presenta el paciente. La salud óptima del paciente que va a ser tratado se logra mediante la realización de un historial médico acorde a las especificaciones médicas que requiere para poder ser tratado en un baño de cajón, esto a su vez repercute grandes ahorros de tiempo y esfuerzo como satisfacción en resultados médicos.

(ABB, 2010) Nos comenta que en la estructura general de un sistema de automatización industrial tiene dos áreas bien definidas:

- **La parte operativa:** son los elementos de hardware y software que nos dan la información necesaria para llevar a cabo las acciones de planta, con un interfaz comprensible para el operador.

- **La parte de control:** se encuentran los elementos de control como el microcontrolador que realiza las acciones de control en conjunto con los actuadores.

Además, es necesario conocer el lazo de control del proceso para la camilla de tratamientos podológicos y gracias a (Katsuhiko, 1998) nos describe que es un sistema que mantiene una relación prescrita entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina lazo de control realimentado.

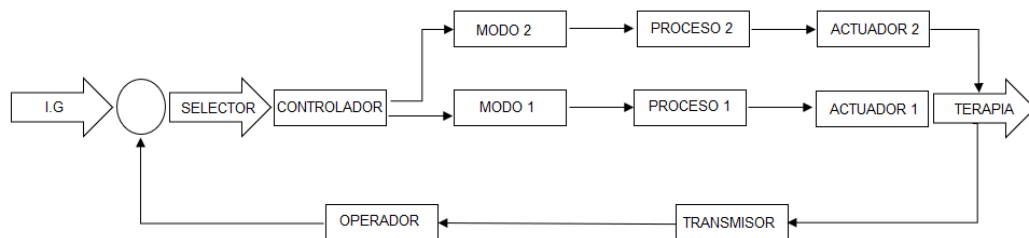


Figura 2: Lazo de control de proceso
Fuente: Autor

De esta manera se describe:

- **I.G.** Interruptor General. – Acciona todos los elementos para la terapia.
- **SELECTOR.** - Permite seleccionar el tipo de terapia que desea.
- **CONTROLADOR.** - Es el control lógico programable “Arduino Uno”.
- **MODO 1.-** Es la terapia que tiene una duración de 46 minutos.
- **PROCESO 1.-** Es la generación de vapor con la activación de 3 periodos del tratamiento con agua fría.
- **ACTUADOR 1.-** Electroválvulas, sensor de nivel, chispa, aspersores, luces indicadoras.
- **TERAPIA.** – Finalización del tiempo que dura la terapia
- **TRANSMISOR.** – Visualizador de la temperatura que se encuentra dentro del baño de cajón y el tiempo restante en una pantalla HMI TFT Serial.
- **OPERADOR.** - El médico tratante determinara si se desea realizar otra terapia y cual modo se va utilizar.
- **MODO 2.-** Es la terapia que tiene una duración de 25 minutos.
- **PROCESO 2.-** Es la generación de vapor con la activación de 2 periodos del tratamiento con agua fría.
- **ACTUADOR 2.-** Electroválvulas, sensor de nivel, chispa, aspersores, luces indicadoras, termopar.

1.2.3. INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)

Según (Vaca, 2019) una interfaz hombre-máquina (HMI), son todas las partes que conforman el sistema interactivo (software o hardware), las cuales son las encargadas de brindar la información y el control necesarios para que el operario pueda interactuar con el sistema para la ejecución de diferentes funciones, entre las que se puede citar las siguientes:

- Funciones de control y supervisión sobre todo el proceso.
- Funciones de planificación y mantenimiento de operaciones.
- Funciones de presentación gráfica o impresa de: diagramas gráficos, menús de selección, despliegue de datos tabulados, despliegue de alarmas y tendencias históricas o reales, etc.
- Funciones de entrada de datos para la introducción de órdenes de control e información se realizan principalmente mediante teclados.
- Funciones de generación de alarmas para la notificación de un estado anormal que requiere atención del usuario (quien tomará la acción correspondiente).

1.2.4. MICROCONTROLADOR ARDUINO

Arduino es un proyecto de Código Abierto (Fuente Abierta) el cual posee una plataforma de hardware y un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado). Esta plataforma de hardware está integrada por una variedad de tarjetas programables, de las cuales la más básica y accesible es Arduino Uno, la cual no solo es la tarjeta más accesible desde el punto de vista económico, también es la más usada para fines diversos, edades e intereses.

Arduino Uno está integrado por un microcontrolador ATmega3128, 14 pines que funcionan como Entrada/Salida, 6 pines de entrada análoga, una memoria flash de 32 Kb, SRAM de 2 KB, EEPROM de 1 Kb, 7-12 V de entrada y una velocidad de reloj de 16 Mhz, 53.4 mm de tamaño de la tarjeta como se puede observar en la Figura 2.



Figura 3: Tarjeta de desarrollo Arduino Uno

Fuente: Arduino una herramienta accesible para el aprendizaje de programación (Vargas Manuel, Castillo Georgina, Sandoval Juna & Brambila Alfredo, 2015)

Esta plataforma puede ser programada mediante un IDE del mismo nombre que se puede descargar de forma gratuita desde la página del autor. Usa el lenguaje de programación basado en C. (Vargas Manuel, Castillo Georgina, Sandoval Juna & Brambila Alfredo, 2015)

Según (Lledó, 2012) el último Arduino Uno diseñado y distribuido por la comunidad Arduino está conformado por una placa que tiene un tamaño de 75x53mm. Su unidad de procesamiento consiste en un microcontrolador ATmega328. Puede ser alimentada mediante USB o alimentación externa y contiene pines tanto analógicos como digitales.

- **Referencia para pines analógicos (AREF):** Tensión de referencia para entradas analógicas. Se utiliza con la función analogReference.
- **Pines de tierra (GND):** Masa del circuito para pines, es decir es la tensión de referencia de 0V.

1.2.4.1. PINES DIGITALES DE ENTRADA Y SALIDA

En estos pines se conectan el terminal de dato del sensor/actuador. Desde ellos podremos leer la información del sensor o activar el actuador. Hay 14 pines digitales que pueden utilizarse como entrada o salida. Las funciones con las que pueden ser utilizados estos pines son: pinMode (), digitalWrite (), y digitalRead (), los cuales operan a 5 voltios. Cada pin proporciona o recibe como máximo 40mA y disponen de una resistencia pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 kOhmios.

- **Serie:** 0(RX) y 1(TX). Utilizados para recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie. Están directamente conectados a los pines serie del microcontrolador. Utilizando estos pines podremos conectarnos con otras placas.
- **Interrupciones externas:** 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para activar interrupciones.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10 y 11. Proporcionan una salida de 8 bits en modo PWM.

- **SPI:** 10-13. Estos pines soportan la librería de comunicación de dispositivos SPI.
- **LED:** 13. Este pin está conectado con un led de la placa. Cuando se le asigne un valor HIGH se encenderá, en cambio sí lo dejamos en LOW estará apagado.

Por la versatilidad, espacio y especificaciones del proyecto a desarrollar, para la automatización del proceso de funcionamiento de un baño de cajón es el Arduino Uno (ver fig. 2).

1.3. CALEFÓN

Es un dispositivo que calienta el agua de manera instantánea, es decir, aumenta la temperatura del agua en el momento en el que vamos a hacer uso de ella. (Ahorre luz, 2018)

(Ramírez, 2018) Es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción. A nivel industrial los usos son muy variados tanto para el agua caliente como para el vapor de agua.

Entre los combustibles utilizados se encuentran el gas natural, gas propano (GLP), queroseno y el carbón, aunque cada día se usa más la electricidad, la energía solar, bombas de calor (compresor) de refrigeradores o de acondicionadores de aire, calor reciclado de aguas residuales (no aguas negras) y hasta energía geotérmica. En el caso de las aguas calentadas con energías alternativas o recicladas, estas usualmente se combinan con energías tradicionales.

Los calentadores a gas están dotados de un calderín de acero vitrificado y un elemento interior intercambiador para el calentamiento del agua. En la base de este conducto está situada la cámara de combustión del gas y el quemador. La seguridad en la combustión en los modelos con llama piloto está garantizada por la existencia de un termopar, que en caso de apagado de la llama impide el paso del gas al quemador, pero el gas sigue llegando al quemador continuamente para que el servicio este siempre listo. El termostato de sobrecalentamiento supone una medida adicional de seguridad, impidiendo que la temperatura del agua supere los 95°C. La gran ventaja de los termos a gas viene dada por:

- La acumulación, que permite dar servicio de agua caliente a varios puntos de consumo simultáneamente (a diferencia de los sistemas de producción instantánea).
- Su gran potencia de calentamiento, capaz de recuperar la temperatura del agua con mayor rapidez.



Figura 4: Calefón a gas
Fuente: Autor

1.4. PIE DE DUCHA

(Reformas Madrid, 2018) La aparición del pie de ducha ha sido cuestión de evolución. Antes, los cuartos de baño tenían grandes dimensiones, ya que se necesitaba de un mayor espacio sobre todo por el tamaño de las bañeras, que, aunque fueran empotradas en la pared (en la mayoría de los casos), seguían abarcando mucho espacio.

Actualmente el cuarto de baño tiene un gran protagonismo en nuestro hogar, pero generalmente también tiene una menor superficie disponible.

Los usuarios actuales buscan modernidad buscando la optimización del espacio (sustitución de la bañera por un pie de ducha).

Debido a este cambio en las necesidades de los usuarios, han cobrado gran importancia el pie de ducha, ya que pueden ser una magnífica solución para distribuir el baño de una forma más eficiente y funcional.



Figura 5: Pie de ducha
Fuente: Reformas Madrid (Reformas Madrid, 2018)

1.4.1. VENTAJAS DE ASPECTO DECORATIVO DE LOS PIE DE DUCHA

- **Personalización:** Al no depender de un elemento prefabricado, puedes diseñar la ducha a tu propio gusto en cuanto a formas y acabados (no hay límites en su diseño).
- **Diseño de forma:** Puedes diseñar la ducha tú mismo y adaptarla al tamaño que dispongas en tu baño.

1.4.2. VENTAJAS DE ASPECTO FUNCIONAL DE LOS PIE DE DUCHA

- **Accesibilidad:** Al no tener ninguna barrera arquitectónica, permite el acceso fácilmente a personas con movilidad reducida. Además, se pueden añadir accesorios para mejorar su funcionalidad en este sentido como:

- **Instalación de un asiento:** Las medidas del asiento pueden variar según el tipo de formato y el espacio destinado para el pie de ducha.
- **Mayor eficiencia del uso del espacio:** El diseño de la ducha puede ajustarse a las necesidades de la estancia

1.5. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE CALOR

(Construmática, 2010) Dice que, desde tiempos remotos, el ser humano ha buscado las formas de combatir las temperaturas heladas y sobrevivir en épocas de fríos extremos mediante la creación de un fuego creado netamente en el suelo, sin chimenea, de manera que el humo producido salía por hendijas y huecos.

1.5.1. LA COMBUSTIÓN

Es una reacción química que se basa en la acción de desprendimiento de calor provocado por una sustancia llamada combustible en combinación con el Oxígeno del aire. El resultado de esta reacción es la chispa, la llama, el fuego; esto genera una gran cantidad de energía en forma de calor y luz.

La combustión puede generarse directamente con el oxígeno o con una mezcla de sustancias que contengan oxígeno. La reacción química producida es una oxidación, y las nuevas sustancias que se forman en el proceso se denominan óxidos.

1.5.2. PROPIEDADES Y TIPOS

Las propiedades más destacables que caracterizan a los combustibles son:

- Composición del Combustible.
- Poder Calorífico.
- Densidad.
- Viscosidad.
- Temperatura de Ignición.
- Temperatura de Combustión.
- Contenido de Azufre.

Los combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos.

1.5.2.1. GAS

Combustible gaseoso.

Los gases butano y propano, licuados del petróleo y el gas natural, son los combustibles que menor cantidad de residuos generan, con la combustión no emiten ningún tipo de gases tóxicos. Su inconveniente más grande y que exige mucho cuidado, es su manejo correcto y dentro de la normativa vigente, ya que cualquier escape de gas puede provocar una explosión poniendo en peligro la vida de los ocupantes de la vivienda y de otras aledañas.

1.5.2.2. GENERACIÓN DE CALOR POR ELECTRICIDAD

La generación de calor en base a la energía eléctrica se realiza en base a resistencias. Existen calderas eléctricas que calientan el agua en un depósito acumulador, pero este tipo de método no es muy utilizado debido al alto costo de la energía eléctrica de consumo.

Este tipo de generación de calor solo se utiliza para el agua caliente sanitaria; no obstante, existen sistemas de acumulación de calor en materiales refractarios que aprovechan para cargarse en horarios nocturnos, por sus tarifas bajas.

1.5.2.3. GASÓLEO

Combustible líquido.

Permite una buena regulación de las calderas, pero genera emisiones de gases tóxicos, aunque, si se puede regular bien la caldera, pueden llegarse a controlar las emisiones.

1.5.3. GENERACIÓN DE VAPOR

(Subdirección de Conservación y Mantenimiento de la Subdirección General Médica, 2002) Dice que el generador de vapor es un sistema formado por un caldero y un sistema complementario, los cuales transforman el agua de estado líquido a gaseoso a temperaturas y presiones diferentes de la atmosférica.

1.5.3.1. CALDERA DE VAPOR

Recipiente metálico en el que se genera vapor a presión mediante la acción de calor, ya sea generadores eléctricos o de gas.

1.5.3.2. TERMO ELÉCTRICO

Su funcionamiento es muy sencillo: el agua se calienta mediante una resistencia eléctrica que se encuentra en el interior del depósito. Una vez que el agua alcanza una temperatura determinada, la resistencia se apaga y el material aislante del termo se encarga de mantener la temperatura del agua. A medida que el agua caliente se va usando, va entrando agua fría en el depósito y la resistencia se pone de nuevo en marcha.

1.6. SENSORES DE TEMPERATURA

Según (Logic Bus S.A, 2018) la temperatura es la medida física más utilizada por los ingenieros y científicos en el mundo, puede ser medida por un sinnúmero de sensores. Todos ellos toman la temperatura detectando algún cambio en una propiedad física. Los tipos de sensores para temperatura más utilizados son:

- Termopar
- RTD (Detector de Temperatura de Resistencia)
- Termistores
 - Termistores NTC
 - Termistores PTC
- Infrarrojo

1.6.1. TERMOPARES

Son los más utilizados en los dispositivos de medición de temperatura. Al estar conectados en pares, son simples y eficientes que dan salida a un voltaje DC muy pequeño proporcional a la diferencia de temperaturas entre dos juntas en un circuito termoeléctrico cerrado.



Figura 6: Termocupla

Fuente: Información tecnológica (Valderrama, 2012)

1.6.2. RTD (Detector de Temperatura de Resistencia)

Miden la temperatura mediante la correlación de la resistencia del elemento del RTD con la temperatura. La mayoría de los RTD consiste en un pedazo de alambre enrollado bien envuelto con un núcleo de cerámica o vidrio alrededor. Los RTD son inmunes al ruido eléctrico y adecuado para medir la temperatura en ambientes industriales, por ejemplo, alrededor de motores, generadores y equipos de alta tensión.



Figura 7: Sensor RTD
Fuente: Información tecnológica (Valderrama, 2012)

1.6.3. TERMISTORES

Usan electrodos internos que detectan el calor y lo miden a través de impulsos eléctricos. Dicho de otras palabras un termistor es un resistor sensible a la temperatura. Existen dos tipos:

1.6.3.1. TERMISTORES NTC

Un termistor NTC debe elegirse cuando es necesario un cambio continuo de la resistencia en una amplia gama de temperaturas. Ofrecen estabilidad mecánica, térmica y eléctrica, junto con un alto grado de sensibilidad.



Figura 8: Termistor NTC
Fuente: Información tecnológica (Valderrama, 2012)

1.6.3.2. TERMISTORES PTC

Deben elegirse cuando se requiere un cambio drástico en la resistencia a una temperatura específica o nivel de corriente.



Figura 9: Termistor PTC
Fuente: Información tecnológica (Valderrama, 2012)

1.6.4. INFRARROJO

Los sensores de temperatura infrarrojos o sondas de temperatura por infrarrojos, son sensores para medida de temperatura sin contacto. Esto permite realizar medidas de temperatura con alta precisión para rangos amplios de temperatura.



Figura 10: Sensor infrarrojo
Fuente: Información tecnológica (Valderrama, 2012)

1.7. SENSOR DE NIVEL DE AGUA

(Rubio, 2012) Dice que el Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.



Figura 11: Sensor eléctrico de nivel de agua
Fuente: Wika (Rubio, 2012)

1.7.1. CLASIFICACIÓN DE SENSORES ELÉCTRICOS DE NIVEL DE AGUA

Los sensores de nivel pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Interruptores de flotador

- Sensor de nivel ultrasónicos sin contacto
- Sensor de nivel ultrasónicos de contacto
- Sensor de nivel por capacitancia

1.7.1.1. INTERRUPTORES DE FLOTADOR

En estos sensores de nivel de punto, un flotador magnético se mueve en la superficie del líquido, accionando un sellado herméticamente en el tallo. El simple mantenimiento hace que se instale fácilmente, minimiza el impacto, la vibración y la presión, y trabaja con una gran variedad de medios de comunicación. El interruptor de láminas puede ser unipolar, (SPST) de un solo polo, o de doble tiro (SPDT). (Ver la Fig. 8)

1.7.1.2. SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS SIN CONTACTO

Estos sensores incorporan un procesador de señal analógica, un microprocesador, decimal codificado en binario (BCD) switches de rango, y un circuito de salida del controlador. Transmite los impulsos a una puerta de señal de la ruta del microprocesador a través del procesador de la señal analógica del sensor, que envía un haz ultrasónico a la superficie del líquido. El sensor de nivel detecta el eco de la superficie y la envía de vuelta al microprocesador para una representación digital de la distancia entre el sensor y el nivel de la superficie. A través de una actualización constante de las señales recibidas, el microprocesador calcula los valores promedios para medir el nivel de líquido.



Figura 12: Sensor de nivel ultrasónicos sin contacto
Fuente: Wika (Rubio, 2012)

1.7.1.3. SENSOR DE NIVEL ULTRASÓNICOS DE CONTACTO

Consta de un sensor y un amplificador integrado de estado sólido, los sensores ultrasónicos de contacto no tienen partes móviles y no requieren calibración. Típicamente, están equipados con bloques de terminales para la conexión de una fuente de alimentación y dispositivos de control externos. La señal ultrasónica atraviesa un hueco de 12 mm en el sensor, controlando los interruptores de relé cuando la brecha contiene líquido. El nivel de detección está en el medio a lo largo del espacio donde los sensores están montados en horizontal. En la parte superior, por sensores montados verticalmente. A medida que el líquido cae por debajo de este nivel, la señal ultrasónica atenúa y finalmente conmuta el relé a su estado anterior.

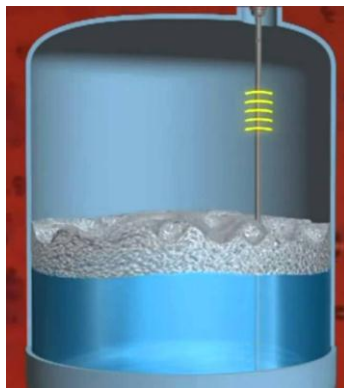


Figura 13: Sensor de nivel ultrasónicos de contacto
Fuente: Wika (Rubio, 2012)

Estos sensores de nivel se utilizan en tanques o conductos para operar automáticamente las bombas, válvulas de solenoide, y las alarmas de alta / baja. Compatible con la mayoría de los líquidos, no se ven afectados por los revestimientos. Sin embargo, los líquidos con alta aireación y líquidos viscosos suficiente como para obstruir la luz del sensor, puede causar problemas.

1.7.1.4. SENSOR DE NIVEL POR CAPACITANCIA

Al igual que los sensores ultrasónicos, los sensores por capacitancia pueden manejar medición de nivel puntual o continua. Usan una sonda para monitorear los cambios de nivel de líquido en el tanque, acondicionando electrónicamente la salida a valores capacitivos y resistivos, que se convierten en señales analógicas. La sonda y el recipiente equivaldrán a las dos placas de un capacitor, y el líquido equivaldrá al medio dieléctrico. Debido a que la señal emana solo de cambios de nivel, la acumulación de material en la sonda no tiene efecto. Los recipientes de fluido no conductor pueden indicar sondas dobles o una banda conductora externa.



Figura 14: Sensor de nivel por capacitancia
Fuente: Wika (Rubio, 2012)

La sonda, que puede ser rígida o flexible, normalmente usa alambre conductor con aislamiento de OPTe. El uso de acero inoxidable como material de la sonda ofrece la sensibilidad adicional que se necesita para medir líquidos que son no conductores, granulares, o de propiedades dieléctricas bajas (constante dieléctrica menor de 4). Se deben usar sondas flexibles cuando no hay suficiente espacio libre para una sonda rígida, o en aplicaciones que exigen longitudes muy grandes. Las sondas rígidas ofrecen estabilidad más alta, especialmente en sistemas turbulentos, donde la oscilación de la sonda puede causar fluctuaciones en la señal.

1.8. CONTROL DE FLUJO DE AGUA

(EcuRed, 2012) Dice que el control de flujo es una técnica para sincronizar el envío de sustancias entre dos máquinas, las que eventualmente procesarán esta información a velocidades irregulares por lo que se hace necesario un control de flujo entre los datos transmitidos.

1.8.1. VÁLVULA DE CONTROL

Una válvula de control o válvula de regulación es una válvula usada para controlar el flujo de un fluido, comportándose como un orificio de área continuamente variable, que modifica la pérdida de carga, según lo dirigido por la señal de un controlador. Esto permite el control del caudal y el consiguiente control de las variables del proceso tales como; presión, temperatura y nivel. (Creus, 2010)

1.8.1.1. TIPOS DE VÁLVULAS

(Inoxalia, 2015) Nos muestra una pequeña clasificación sobre los diferentes tipos de válvulas existentes en la actualidad:

- Válvulas de aguja

- Válvulas de bola o esfera
- Válvulas de compuerta
- Válvulas de globo
- Válvulas de guillotina
- Válvulas de mariposa
- Válvulas de seguridad o alivio
- Válvulas de regulación y control
 - Electroválvulas

1.8.1.1.1. VÁLVULAS DE AGUJA

Su nombre se debe a su eje de cierre cónico que funciona como tapón en una pequeña abertura. La válvula de aguja es ideal para regular el caudal, pues gracias a su diseño, precisión y estabilidad permite un buen sellado, sin desgaste, incluso con grandes contrastes entre presiones.



*Figura 15: Válvula de aguja
Fuente: Inoxalia (Inoxalia, 2015)*

1.8.1.1.2. VÁLVULAS DE BOLA O DE ESFERA

Las válvulas de bola, también llamadas válvulas de esfera o esféricas, deben su nombre a que en su interior contienen una bola o esfera con perforaciones para regular el paso de fluidos.



Figura 16: Válvula de esfera o de bola
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.3. VÁLVULA DE COMPUERTA

Las válvulas de compuerta abren el paso al fluido mediante el alzado o levantamiento de su compuerta o cuchilla (rectangular o redonda).

Se emplean para el flujo de fluidos o líquidos limpios sin interrupciones, por lo que no se utilizan para regular, ya que el disco podría erosionarse.

No recomendamos instalar la válvula de compuerta donde sea frecuente la apertura y cierre, ya que el proceso es lento y se desgasta debido a la fricción.



Figura 17: Válvula de compuerta
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.4. VÁLVULAS DE GLOBO

Las válvulas de globo se llaman así por la forma de esfera del cuerpo, aunque hoy en día algunos diseños de éstas ya no son tan esféricos, pero mantienen el nombre tradicional por su funcionamiento.



Figura 18: Válvula de globo
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.5. VÁLVULAS DE GUILLOTINA

En las válvulas de guillotina, la cuchilla actúa en el asiento a modo de guillotina, lo que hace que sea imposible su obstrucción. Adecuada con el manejo de fluidos con sólidos.

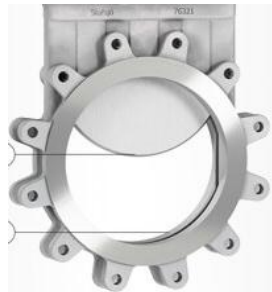


Figura 19: Válvula de guillotina
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.6. VÁLVULAS DE MARIPOSA

Las válvulas de mariposa se utilizan para permitir o evitar el paso y en muchas de las aplicaciones de productos líquidos en las industrias química, farmacéutica y alimentaria.

La válvula de mariposa la puedes accionar automáticamente con un actuador o manualmente mediante una maneta.



Figura 20: Válvula de mariposa
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.7. VÁLVULAS DE SEGURIDAD O DE ALIVIO

Las válvulas de seguridad o válvulas de alivio, se encargan de suavizar la presión en el momento que un fluido supere un límite predeterminado y tratan de prevenir que el sistema explote por este exceso de presión.

También, hay válvulas que alivian la presión cuando la temperatura sobrepasa el límite fijado por el fabricante.



Figura 21: Válvula de seguridad o de alivio
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.1.8. VÁLVULAS DE REGULACIÓN Y CONTROL

Las válvulas de regulación y control te permiten controlar el caudal y, por tanto, la presión, velocidad o nivel del fluido. Suelen depender de dispositivos como termómetros o termostatos y también es frecuente instalarlas con actuadores hidráulicos, eléctricos o neumáticos para un mayor control y automatización.



Figura 22: Válvula de regulación y control
Fuente: Inoxalía (Inoxalía, 2015)

1.8.1.2. TIPOS DE ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS

El tipo de accionamiento depende de las exigencias que plantea la aplicación. Tipos de accionamiento:

- Accionamiento manual

- Accionamiento mecánico
- Accionamiento eléctrico
- Combinación de diversos tipos de accionamiento

1.8.1.2.1. ACCIONAMIENTO MANUAL

(FESTO, 2018) Principalmente son utilizadas en plantas de procesos industriales y también en talleres de artesanía industrial. Estas válvulas solo permiten realizar procesos sencillos tales como retener o cerrar puertas de protección para el paso de algún tipo de líquido.

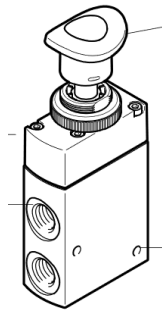


Figura 23: Accionamiento manual
Fuente: Válvulas de accionamiento manual (FESTO, 2018)

1.8.1.2.2. ACCIONAMIENTO MECÁNICO

Suelen utilizarse como válvulas emisoras de señales; en ese caso, emiten una señal neumática que recibe la unidad de control. Se trata de una aplicación muy sencilla, pero que suele utilizarse con frecuencia en máquinas pequeñas o en sistemas de transporte de piezas.

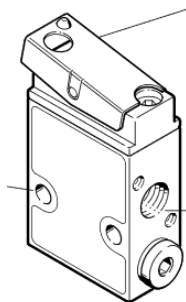


Figura 24: Accionamiento mecánico
Fuente: Válvulas de accionamiento manual (FESTO, 2018)

1.8.1.2.3. COMBINACIÓN DE DIVERSOS TIPOS DE ACCIONAMIENTO

En este tipo de válvulas su principal función y mayor característica es que permite la unión de todos los tipos de accionamiento dependiendo del tipo de proceso en la que se va a utilizar.

1.8.1.2.4. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO

Las válvulas de accionamiento eléctrico o electroválvulas son componentes diseñados para controlar la dirección de flujo del aire, logrando de esta manera controlar el movimiento de un cilindro u otro actuador neumático.

La válvula se controla mediante una bobina solenoide, que al ser energizada produce un movimiento en la corredera permitiendo el paso del aire en una u otra dirección.

Este tipo de válvulas son mayormente utilizadas para el control de fluido de líquidos; ya que depende de un actuador eléctrico para su funcionamiento y este hace que su sellado sea mucho más eficiente que otro tipo de válvulas. Las electroválvulas mayormente son utilizadas en lavadoras debido a su bajo costo y mayor rendimiento.

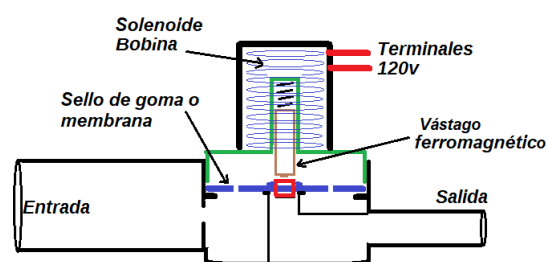


Figura 25: Accionamiento mecánico
Fuente: Válvulas de accionamiento manual (FESTO, 2018)

1.6.1.2.4.1. ELECTROVÁLVULAS

(DISTRITEC, 2013) Dice que las electroválvulas también son conocidas como válvula solenoide, es una válvula que abre o cierra el paso de líquido en un sistema, la apertura o cierre de la válvula se realiza a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el embolo (masa solida).



Figura 26: Electroválvula
Fuente: Distrítec (DISTRITEC, 2013)

(Scholz, Frank Ebe & Siegfried Idler & Georg Prede & Dieterv, 2010) También nos dicen que un sistema de control electroneumático funciona con dos agentes energéticos:

- Energía eléctrica en la parte de control y procesamiento de señales
- Energía neumática en la parte funcional

Las válvulas distribuidoras de accionamiento eléctrico o electroválvulas, es la pieza fundamental que une ambas partes de un sistema de control electroneumático. Estas válvulas conmutan reaccionando ante las señales de salida de la unidad de control y bloquean o abren el paso en la parte funcional neumática.

1.6.1.2.4.1.1 CONSTRUCCIÓN

Las válvulas distribuidoras pueden clasificarse en dos grupos:

- **Las válvulas con reposición por muelle:** mantienen el estado de conmutación solamente mientras se mantiene la activación.
- **Las válvulas de impulsos:** mantienen el estado de conmutación, aunque ya no estén activadas.

Otros criterios de diferenciación son la cantidad de conexiones y la cantidad de posiciones de conmutación. La denominación de la válvula depende de la cantidad de conexiones y de la cantidad de posiciones.

El principio de construcción de una válvula distribuidora también es un factor importante, que determina su duración, sus tiempos de respuesta, el tipo de accionamiento, además de los tipos y los tamaños de las conexiones.

CAPITULO 2

DISEÑO Y CONTRUCCION DEL BAÑO DE CAJÓN

Este capítulo tiene como objetivo detallar el diseño de un baño de cajón considerando sus partes mecánicas como eléctricas, luego se explica la construcción del mismo y los aspectos principales considerados para su elaboración.

2.1. ESTRUCTURA DEL BAÑO DE CAJÓN

La estructura diseñada para el baño de cajón fue determinada mediante un balance del peso y estatura promedio de los pacientes tratados en el Centro Terapéutico NATUROSANA SPA en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. Por lo tanto, el habitáculo se lo realizo para una estatura límite de 1,90m y el soporte máximo de 300 libras (136,078 kilogramos) de peso $\pm 10\%$.

2.1.1. ARQUITECTURA

2.1.1.1. PIE DE DUCHA

Se vio necesaria la fabricación de un pie de ducha debido a que dentro del baño de cajón se implementa la terapia con chorros de agua y esta genera una gran cantidad, la cual necesita ser evacuada de una forma salubre, no provoque daños al baño y tampoco genere inconvenientes al usuario. Se lo realizo íntegramente con fibra de vidrio y resina de poliéster, la cual va montada sobre una estructura de tubo de hierro cuadrado reforzado con pedazos de hoja de suspensión (de bus) reciclados para así poder distribuir de mejor manera el peso del paciente.

La estructura metálica encargada de soportar todo el peso fue realizada con las siguientes dimensiones:

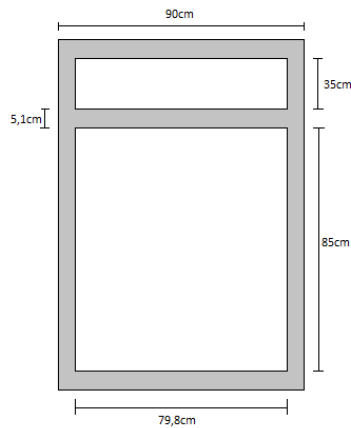


Figura 27: Estructura metálica
Fuente: Autor

Se colocó ruedas con freno en cada una de las esquinas de la estructura de metal para así poder facilitar su transporte y maniobrabilidad.



Figura 28: Colocación de ruedas
Fuente: Autor

2.1.1.2. MADERA

Antes de la colocación de la madera se construye una estructura netamente en aluminio la cual tiene la función de fijar los paneles de madera hacia el pide de ducha, minimizar el peso total del cajón y además no se oxidará debido al vapor que va a circular dentro del mismo.



Figura 29: Construcción y fijación de la estructura de aluminio al pie de ducha
Fuente: Autor

La madera ideal para la construcción del bajo de cajón utilizado en este tipo de terapias es el pino, debido a su alta resistencia a la temperatura y la humedad. El pino también cuenta con propiedades medicinales las cuales ayudan a la terapia y beneficia al proceso terapéutico del paciente.

Esta madera fue elegida debido a que este pino tiene una mejor preparación y resistencia hacia la humedad y polillas, cualquier tipo de enfermedad en la madera y no tiende a deteriorarse.



*Figura 30: Rollos de bobina (madera de pino)
Fuente: Autor*

La madera se la procesa con cepillado y lijado; para así obtener tirillas uniformes y de un espesor óptimo de 3cm cada una. Luego se procedió a cubrir todas las pequeñas imperfecciones que todavía quedaban en la madera mediante una masilla plástica.

Lo siguiente fue la unión de cada una de las tirillas de madera para obtener paneles las cuales encajaran óptimamente en cada uno de los espacios que requiere el mueble.

La unión de los paneles de madera con el aluminio se lo realizó mediante tirafondo de 1 pulgada con la ayuda de un taladro.



*Figura 31: Colocación de la madera en la estructura de aluminio
Fuente: Autor*

Una vez colocadas todas las piezas de madera se sella y laca para que esta no absorba humedad.

La estructura final de baño de cajón quedo con las siguientes medidas:

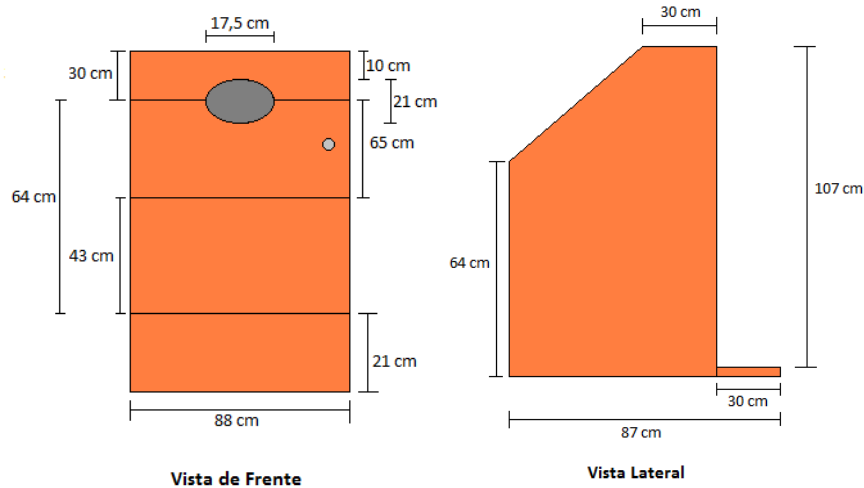


Figura 32: Medidas del Baño de Cajón
Fuente: Autor

2.2. IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS

2.2.1. CALEFÓN A GAS

El principal objetivo para la implementación de distintos tipos de dispositivos es la generación de vapor de agua.

El primer dispositivo implementado para esta automatización es el calefón a gas.

El calefón a gas fue modificado de su función principal, fue eliminado el sistema y las cañerías por donde circulaba el agua para calentarse. Eso se lo hizo porque los elementos eran innecesarios para dicho proceso.



Figura 33: Fusión del calefón con el tanque
Fuente: Autor

2.2.2. CALDERO

Se construyó un caldero en acero inoxidable, el cual va a contener el agua que se va a hervir para producir el vapor para las respectivas terapias. Este dispositivo sustituye a las cañerías de agua que existían en el calefón.

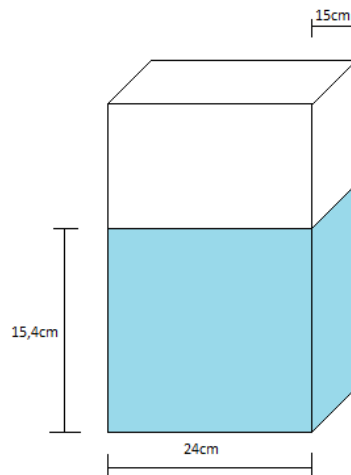


Figura 34: Medidas de construcción del caldero
Fuente: Autor

2.2.3. TERMÓMETRO DE TEMPERATURA

Para el control y monitoreo de la temperatura que va existir dentro del caldero se colocó un termómetro análogo, el cual tiene un rango máximo de 120 °C.

Dicho dispositivo es colocado en el panel principal de control el cual permite mayor accesibilidad y así tener un mayor control del funcionamiento del caldero.



Figura 35: Termómetro indicador de temperatura mecánico
Fuente: Autor

2.2.4. INGRESO DE AGUA

Para el ingreso y control de la cantidad de agua dentro del caldero se hizo la implementación de dos dispositivos que son:

- Válvula de agua tipo flotador
- Sensor de nivel eléctrico

2.2.4.1. VALVULA DE AGUA TIPO FLOTADOR

Este tipo de dispositivo nos brinda la doble función de garantizar la seguridad de la estructura del caldero y además de evitar el desperdicio de agua. Dicho elemento es de cobre para evitar su oxidación y que posteriormente provoque daños a la salud del paciente.

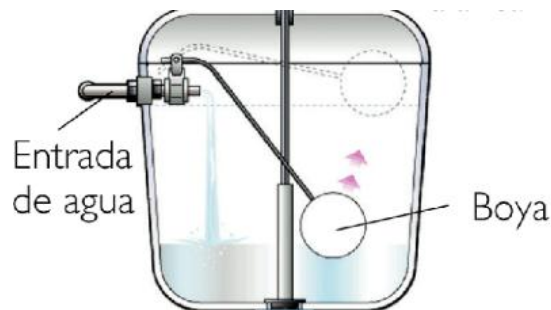


Figura 36: Regulador de caudal mecánico
Fuente: Válvulas reguladoras de caudal (FESTO, 2010)

2.2.4.2. SENSOR DE NIVEL ELÉCTRICO

El sensor de nivel que se utilizó para el control de la cantidad de agua que se va a necesitar para una terapia dentro del tanque fue el modelo M5600 debido a que es construido en acero inoxidable, diseñado específicamente para aplicaciones de equipos donde se requiere durabilidad.

Este interruptor de flotador proporciona muchos años de conmutación sin problemas incluso en las condiciones más extremas. Diseñado para aplicaciones industriales, es ideal para aplicaciones de alimentos, agua o aguas grises, y puede configurarse en campo para

el funcionamiento del interruptor normalmente cerrado o normalmente abierto como un sensor de nivel de líquido de un solo punto.



Figura 37: Sensor de nivel modelo M5600
Fuente: Autor

Dicho sensor es el que mejor cumple las exigencias a la cuales va a ser sometido, ya que debe contar con mucha precisión para el llenado del tanque y además debe trabajar a muy altas temperaturas sin tener un desgaste en su rendimiento. Esto se verifica mediante la siguiente tabla de especificaciones dadas por el fabricante en la tabla 2.1:

Tabla 1: Tabla de especificaciones técnicas del sensor eléctrico seleccionado

| Especificaciones | |
|------------------------------|--|
| M5600 | Interruptor de flotador de acero inoxidable de tamaño completo |
| Material del vástago | Acero inoxidable 316 |
| Material del flotador | Acero inoxidable 316 |
| Tipo de ajuste | Rosca de tubo de 1/4 "NPT |
| Temperatura máxima | 200°C |
| Presión máxima | 200 PSI |
| Flotador SG | 0,55 SG |
| Valor de cambio | 60 Watt, 240V Max. (AC/DC), SPST |
| Alambres de plomo | 24 ", 22 AWG, con aislamiento de teflón (estándar) |
| Aprobaciones | NSF, CE, UL Haz. Loc., CSA Haz. Loc. |
| Disponibilidad | En venta |

Fuente: (Madison)

Otras de las ventajas que presenta este sensor de nivel eléctrico son:

- Acero inoxidable resistente a la corrosión.
- Mesas de vapor o evaporadores de agua caliente
- Indicación de interruptor de nivel bajo o alto
- Puede incorporar temperatura y nivel (RTD, T / C, termostato) para instalación única.

2.2.4.2.1. CALIFICACIONES ELÉCTRICAS

Los interruptores están clasificados para cargas resistivas. La siguiente tabla representa las pautas de normas UL para corriente (Amperios resistivos) a diferentes voltajes.

Tabla 2: Tabla de especificaciones técnicas de los voltajes y corrientes máximas a las que debe trabajar el sensor del nivel

| Voltaje AC | | Voltaje DC | |
|-------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 60 VA Nominal | a 120 Vca 0.50 amperios máx. | 60 Watt Nominal | a 24 Vcc 0.50 amperios máx. |
| 60 VA Nominal | a 240 Vca 0.40 amperios máx. | 60 Watt Nominal | a 120 Vcc 0.20 amperios máx. |

Fuente: (Madison)
Elaborador por: Autor

2.2.4.2.2. PRECAUCIONES

Se debe tomar en cuenta las siguientes precauciones para obtener un mejor rendimiento del sensor de nivel, las cuales son:

- Los límites de presión, temperatura y electricidad mostrados para los interruptores de nivel especificados no deben ser excedidos.
- Las presiones y temperaturas deben tomar en consideración posibles fluctuaciones en la temperatura y la presión del sistema.
- Los líquidos usados tienen que ser compatibles con los materiales de construcción.
- La vida útil del interruptor varía según la aplicación.
- Los cambios en la temperatura ambiente pueden afectar los puntos fijos del interruptor, dado que los pesos específicos de los líquidos varían con la temperatura.
- Los interruptores de nivel han sido diseñados para ser resistentes a golpes y vibraciones. Para una máxima vida útil, se debe minimizar la cantidad de golpes y vibraciones.
- El exceso de contaminantes en el líquido puede inhabilitar la operación del flotador, y puede ser necesaria una limpieza ocasional.
- Los interruptores de nivel no deben ser reparados en el lugar de la instalación.
- Los daños físicos al producto pueden dejarlo inservible.
- La instalación en un recipiente hecho con materiales magnéticos puede afectar su operación.

2.2.5. ADMISIÓN DE AGUA

El control de ingreso de agua se lo realiza únicamente mediante dos electroválvulas.

Una de las electroválvulas es para el control de ingreso de agua para el tratamiento de agua fría que se lo realiza mediante los aspersores. La segunda electroválvula tiene como función la de permitir el paso de agua para el llenado del tanque que se encuentra implementado en el calefón.

El control de las electroválvulas se lo realiza conjuntamente entre el Arduino y un módulo de relé de Arduino, debido a que trabajan a 110V.

2.2.5.1. LITROS DE AGUA QUE CONTIENE EL TANQUE

El llenado total del tanque para la cantidad de agua requerida lo hace en un tiempo estimado de 28 segundos.

El cálculo de la cantidad necesario para un tratamiento de vapor se lo realizó con las especificaciones dadas por el médico tratante, dando como resultado lo siguiente:

Para el cálculo de cantidad de agua se utilizó las medidas obtenidas del tanque (ver Fig. 28) que son:

- 24 cm de ancho
- 15,4 cm altura del agua
- 15 cm grosor

2.2.5.1.1. CÁLCULO ESTIMADO

- $24\text{cm} \times 15,4\text{cm} \times 15\text{cm} = 5.544 \text{ cm}^3$
- Transformando de centímetros cúbicos a litros tenemos:
- $1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ litros}$
- $5.544 \text{ cm}^3 = 5,544 \text{ litros}$

2.2.5.1.2. CÁLCULO REAL

- $24,1\text{cm} \times 15,2\text{cm} \times 15,1\text{cm} = 5.531 \text{ cm}^3$
- Transformando de centímetros cúbicos a litros tenemos:
- $1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ litros}$
- $5.531 \text{ cm}^3 = 5,531 \text{ litros}$

Esto nos quiere decir que la cantidad de litros estimado es relativamente igual a la cantidad de litros reales que existen dentro del tanque.

- $5,54\text{litros} \approx 5,53\text{litros}$

2.2.5.2. TIEMPO PARA HERVIR EL AGUA

Al aplicar calor al agua, genera que las moléculas del agua reciban energía para así provocar el movimiento de las mismas y poder hervir dicha sustancia. Cuando la cantidad

de energía es la suficiente para que las moléculas de agua puedan superar la presión ejercida por el vapor de agua presente en el ambiente, éstas escapan al aire, produciéndose el fenómeno de la ebullición. A nivel del mar, la temperatura necesaria para que el agua entre en ebullición es de 100° C.

Entre los gases que se encuentran en la atmósfera encontramos el vapor de agua, cuya presión también baja con la altitud, por lo que la "fuerza" que ejercerá sobre el agua líquida será menor con la altura. De este modo, la cantidad de energía necesaria que se debe aplicar al agua líquida para que entre en ebullición también deberá ser menor.

Cada 300 metros la presión atmosférica hace que temperatura de ebullición disminuya 1°C, Ibarra se encuentra a 2225 metros sobre el nivel del mar por lo cual tiene un calor específico de 4.208 J/kg. °C y esto conlleva a que 1 litro de agua hierve a los 93°C en un tiempo estimado de 1,48 minutos. (Vaxa, 2011)

- 1litro a 93°C=1,48 min
- 5,5 litros a 93°C= 8,14min

El tiempo necesario para hervir 5,5 litro de agua es de aproximadamente 8,14 min, a partir de este tiempo se genera el vapor y el paciente puede comenzar su terapia.

2.2.6. ARDUINO

El Arduino elegido para esta automatización fue el Arduino Uno debido a que es óptimo y cumple con las necesidades de puertos de entrada y salida para este proceso.



Figura 38: Arduino Uno con su caja protectora
Fuente: Autor

2.2.7. MÓDULO RELÉ ARDUINO

Se utilizó un módulo de relé de 8 vías, pero se utilizó únicamente 5 vías, es la opción perfecta para generar el pulso de activación de las electroválvulas, debido a que se

manejan con un voltaje mayor al que maneja el Arduino, se lo activa con la excitación de la bobina de un relé.

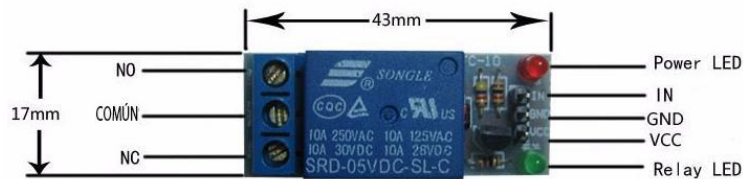


Figura 39: Relé de una vía para Arduino
Fuente: (Vinueza, 2017)

2.2.8. TERMOPAR

Termistor NTC 10K este es un sensor de temperatura aislado, resistente a la humedad y corrosión que nos ayudara a determinar que temperatura se encuentra en el interior del baño de cajón.

Su conexión con el Arduino será la siguiente:

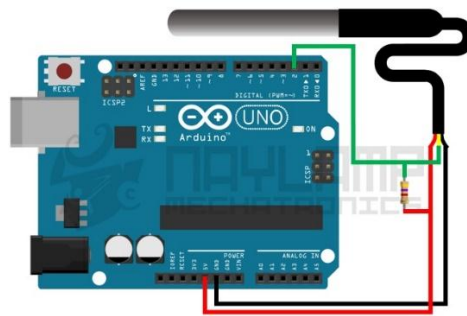


Figura 40: Forma de conexión de la termocupla con el Arduino
Fuente: (Geek Factory, 2018)

2.2.9. VISUALIZACIÓN

Es necesario el observar, tiempo y la temperatura en la que se encuentra el proceso por el cual se optó por una pantalla HMI TFT Serial para Arduino de 2.8 pulgadas. Esta pantalla dispone de 16 Mb de espacio de almacenamiento de datos, EPROM de 1024 bytes y RAM de 3.584 bytes.

Es una solución de interfaz humana (HMI), la cual proporciona una interfaz de visualización entre un humano y un proceso. Es la mejor opción para el reemplazo de las típicas pantallas de LCD. Este tipo de pantallas utiliza un solo puerto de comunicación el cual evita las molestias de cableado

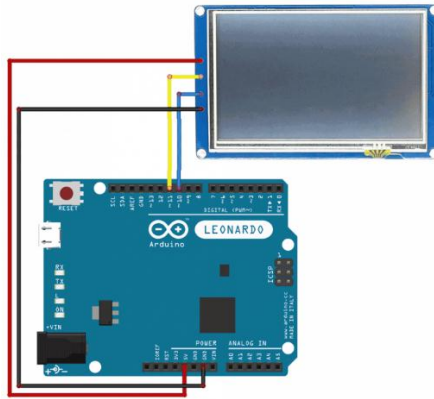


Figura 41: Forma de conexión pantalla HMI TFT serial
Fuente: (Geek Factory, 2018)

2.2.10. FUENTE DE ALIMENTACION DE 5V

Al presentarse la necesidad de alimentación del módulo de relé aislado debido al ruido eléctrico que genera su auto acoplador, se diseñó el siguiente circuito que se muestra a continuación:

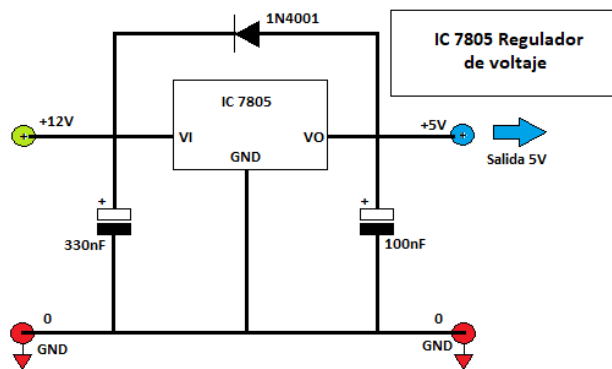


Figura 42: Fuente reductora de voltaje 10v a 5v
Fuente: Autor

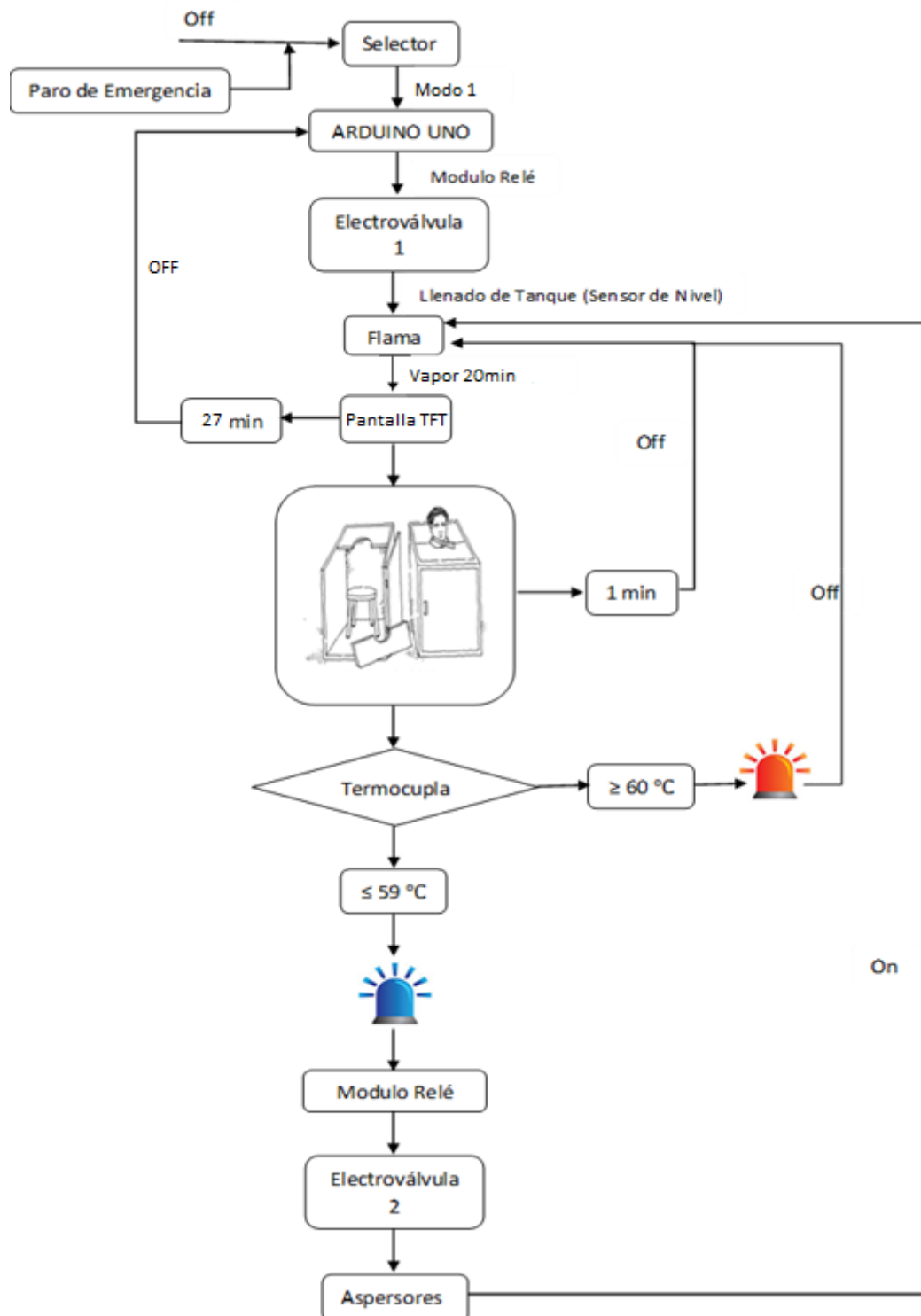
2.2.11. DIAGRAMA DE FLUJOS

En los siguientes diagramas de flujo se describe los tipos de funcionamiento con los que cuenta la automatización del baño de cajón. Se clasifican en dos tipos que son:

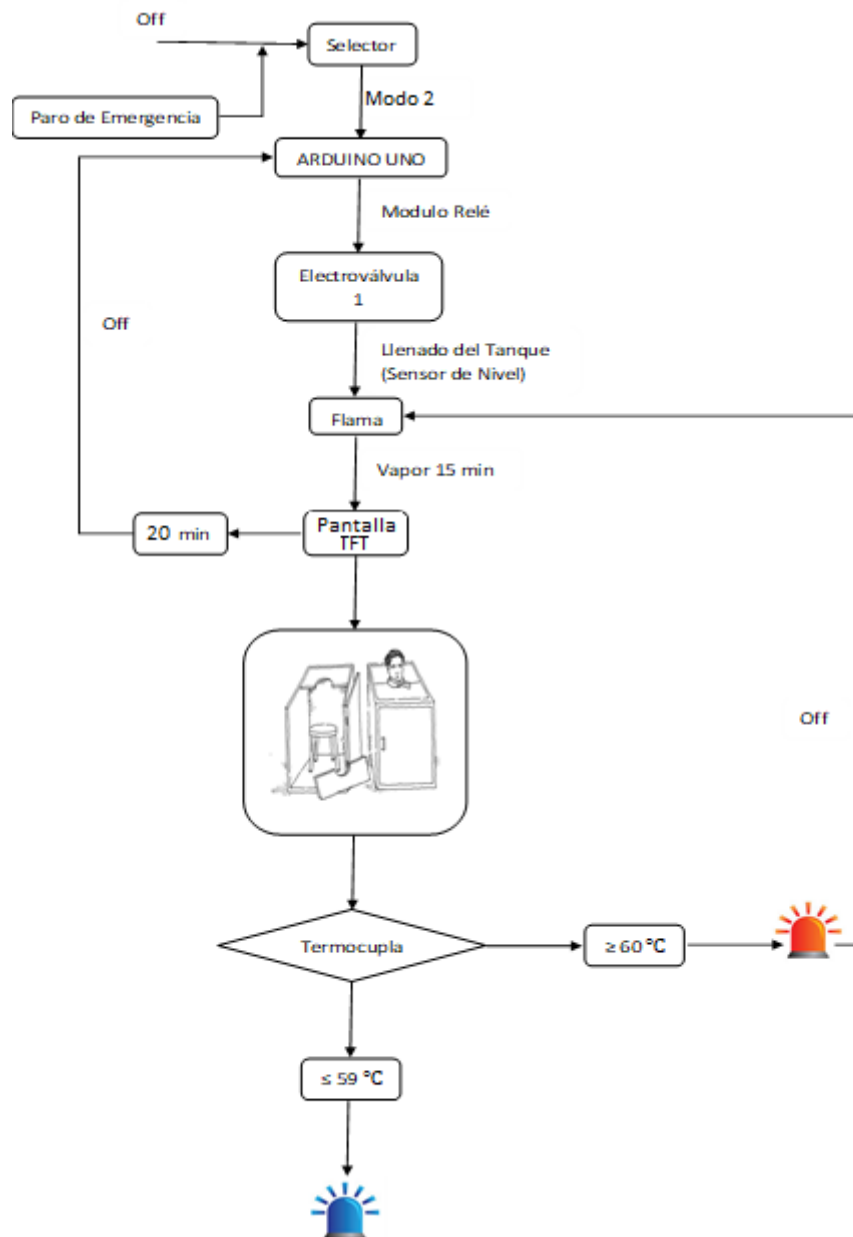
- **Modo 1:** Consta de una terapia con duración aproximadamente de 46 minutos con la intervención de chorros de agua fría en 3 periodos, el primero será a la mitad de la terapia y los dos últimos chorros de agua fría se darán en el último minuto de la terapia, para dar así por concluida la terapia.
- **Modo 2:** Este modo de terapia es similar al modo 1 con la diferencia que este modo se reduce el tiempo a 25 minutos, se elimina el chorro de agua fría a la mitad de la terapia y se mantiene los dos chorros en el último minuto restante, para dar así por concluida la

terapia. La disminución del tiempo de terapia se debe a que las personas disponen de menor tiempo para su tratamiento

2.2.11.1. MODO 1



2.2.11.2. MODO 2



CAPITULO 3

RESULTADOS: PRUEBAS DEL PROTOTIPO

En esta sección se realizará las pruebas de funcionamiento del prototipo, se comprobará la marcha del Arduino Uno, generador de vapor, electroválvulas, módulo relé, visualización en pantalla LCD, termocupla y luego en conjunto con el sistema de audio.

3.1. PRUEBA DE LOS ELEMENTOS POR SEPARADO

La primera prueba de los elementos del prototipo se la realizó por separado, esto debido a que se quiso constatar que no exista fugas o el daño de algún elemento.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

- Generación de vapor
- Funcionamiento de aspersores
- Lectura y visualización de temperatura en el LCD dada por la termocupla
- Enclavamiento correcto del módulo de relé
- Fusión de todos los elementos para pruebas generales con pacientes

3.1.1. GENERACIÓN DE VAPOR

El tanque se realizó previamente desarmable y se visualizó la existencia de fuga de vapor por la mala hermeticidad y se concluyó por el sellado total del mismo para un óptimo desempeño.

Para realizar esta prueba se constató la activación de la electroválvula que se encarga del llenado del tanque, al no existir fugas en la conexión de gas y agua. En dicha prueba se determinó que para el llenado del tanque se necesita de aproximadamente 2 minutos, de los cuales se especifica nuestro bloque de seguridad que consta de tres seguros para el acceso de agua que son:

1) Sellado mecánico por flotador: El movimiento de la boya que estará en la superficie del agua, realiza su función de apertura o cierre de la misma dependiendo de la cantidad de agua que se encuentre dentro del tanque.

2) Sensor de nivel: Colocado dentro del tanque a una altura determinada por la cantidad de agua que se necesita dentro del caldero, esto hace que el sensor de nivel cierre su circuito y este ordene un pulso al Arduino para el cierre de la electroválvula.

3) Tiempo dentro del programa: Se constató del tiempo que se necesita para el llenado completo del tanque, por ende, se dispuso en la programación del Arduino que aproximadamente a los 2 minutos desactive la acción de electroválvula encargada del llenado del tanque.

Luego de esto se procedió al encendido del caldero y se verificó que después de 10 minutos aproximadamente el agua hierve dentro del tanque y genera vapor.



*Figura 43: Prueba de generación de vapor
Fuente: Autor*

3.1.2. FUNCIONAMIENTO DE ASPERSORES

Para la verificación de su correcto funcionamiento se procedió a la conexión del sistema de agua para la activación de la electroválvula de los aspersores y se constató que su funcionamiento es el óptimo.



*Figura 44: Aspersores utilizados
Fuente: Autor*

3.1.3. LECTURA Y VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA EN LA PANTALLA HMI TFT SERIAL PARA ARDUINO DADA POR LA TERMOCUPLA

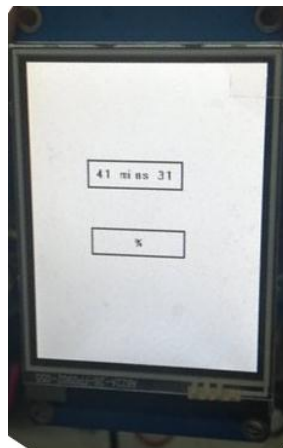
Para esta prueba se hizo la instalación del Arduino en la caja principal, se conectó los pines necesarios de parte de la termocupla y la pantalla HMI TFT.

Los pines utilizados son los siguientes:

La termocupla consta de tres pines, los cuales fueron conectados a GND, 5V y al puerto A0 del Arduino. El terminal de 5V y A0 fueron conectados en paralelo a una resistencia de 330 Ω .

La pantalla HMI TFT Serial tiene 4 pines que son: 5V, GND, TX y RX; estos dos últimos fueron invertidos en la conexión al Arduino. Dando como resultado el pin TX de la pantalla fue conectado al terminal RX del Arduino y el pin RX de la pantalla conectado al terminal TX del Arduino.

Se elaboró una programación que se encarga de leer la temperatura obtenida por la termocupla dentro del baño de cajón y se pueda visualizar en la pantalla HMI TFT.



*Figura 45: Visualización de temperatura en pantalla HMI TFT serial
Fuente: Autor*

Se realizó el cambio de una pantalla LCD por una pantalla HMI TFT serial debido a que, al accionar el relé encargado de generar la chispa necesaria para la flama del calefón, este generaba un ruido o campo magnético el cual afectaba al rendimiento óptimo de la pantalla LCD eliminando la visualización de la misma. Debido a esto se optó en la utilización de una pantalla HMI TFT serial ya que tiene incorporado internamente filtros que elimina el campo magnético generado por la chispa necesaria para el funcionamiento del calefón.



Figura 46: Pantalla LCD
Fuente: Autor

3.1.4. ENCLAVAMIENTO CORRECTO DEL MÓDULO RELE

Cabe señalar que la alimentación de 5V para el módulo relé se la aisló con respecto a la alimentación de la pantalla HMI TFT serial y el Arduino, esto debido al ruido generado por el enclavamiento de su auto acoplador.

Del módulo relé de ocho canales únicamente se utilizó cinco que son:

- 1) **Luz Azul:** Luz encargada de verificar que el procedimiento se desarrolle en óptimas condiciones.
- 2) **Luz Roja:** Luz que indica cualquier desperfecto en el funcionamiento del baño de cajón o que el botón de emergencia fue presionado.
- 3) **Flama:** Su función es cerrar el circuito para la generación de la chispa encargada de la creación del fuego.
- 4) **Aspersores:** Cierra el circuito para la activación de la electroválvula encargada del funcionamiento los aspersores para el tratamiento con agua fría.
- 5) **Tanque:** Cierra el circuito para la activación de la electroválvula encargada del llenado del tanque para para generación de vapor.



Figura 47: Enclavamiento correcto del módulo relé
Fuente: Autor

El módulo relé de 8 canales consta de los pines GND, Vcc que fueron conectados respectivamente a los pines del Arduino.

El pin IN1 conectado al puerto A5 del Arduino, el pin IN2 al puerto A4, el pin IN3 conectado al puerto A3 del Arduino, el pin IN4 al puerto A2 del Arduino y por último el pin IN5 al puerto A1 del Arduino.

3.1.5. FUNSIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS PARA PRUEBAS GENERALES CON PACIENTES

Finalmente, al verificar que todas las demás pruebas anteriormente realizadas cumplen y garantizan su funcionamiento en óptimas condiciones, se procedió a la fusión de todos los elementos necesarios tanto para el llenado de agua, sistema de gas, generación de vapor, sistema eléctrico y activación de los aspersores que conforman la automatización del baño de cajón.

Cabe señalar que las pruebas finales se las efectuó con la presencia de una persona dentro del baño de cajón.

Las pruebas finales se las ejecutó verificando el correcto funcionamiento de los dos modos de terapia requeridos por parte del doctor especializado en este tipo de terapia. Los modos son:

- Modo 1
- Modo 2

3.1.5.1. MODO 1

O también llamado terapia completa, esto se debe a que tiene un tiempo de duración estimado de 46 minutos en su totalidad. Dentro del mismo consta el tiempo necesario para el llenado del tanque que es aproximadamente de 2 minutos y la generación de vapor que es aproximadamente de 10 minutos.

Cabe recalcar que el tiempo de la terapia inicia en el minuto 46 y termina en el minuto 0, esto quiere decir que el tiempo va en decrecimiento.

Este tipo de terapia inicia con la generación de vapor durante 20 minutos, después de los cuales apaga la chispa generadora de flama para la disminución de la temperatura

dentro del baño de cajón para posteriormente activar los aspersores durante 5 segundos, dando al paciente un chorro de agua fría.

Al momento de apagar los aspersores, inmediatamente vuelve al encendido de la flama para la generación de vapor durante 17 minutos, al transcurrir este tiempo se apagará la flama para la disminución de la temperatura del baño de cajón.

Al llegar al minuto 2 de la terapia activa el relé de los aspersores por un tiempo de 5 segundos, luego apagándolos y al llegar a los 5 segundos finales de la terapia nuevamente activará el relé de los aspersores para un chorro de agua fría dando como finalizada toda la terapia.

Todo el proceso siempre va a estar controlado con un sensor de temperatura que se encuentra dentro del baño de cajón el cual al llegar a los 45 °C apagara la chispa para que disminuya la temperatura hasta los 40°C y volver activarse, un sensor de temperatura colocado en el interior de tanque generador de vapor. También consta de una luz azul que nos indica de que el proceso se desarrolla sin ningún inconveniente y la luz roja indicadora de que existe alguna falla dentro del proceso, la temperatura excedió los 60 °C o que el botón de paro de emergencia fue presionado debido algún imperfecto visualizado por el doctor tratante o el paciente.

3.1.5.2. MODO 2

O también llamado terapia rápida, esto se debe a que un tiempo de duración menor al modo 1, el tiempo de duración estimado para este modo es de 25 minutos, en el cual consta el tiempo necesario para el llenado del tanque estimado de 2 minutos y la generación de vapor que es alrededor de de 10 minutos.

En este modo la terapia inicia con la generación de vapor durante 20 minutos, después de los cuales apaga la chispa generadora de flama para la disminución de la temperatura dentro del baño de cajón para posteriormente activar los aspersores al minuto 2 durante 5 segundos, dando al paciente un chorro de agua fría.

Al llegar al minuto 1 esto se repite, nuevamente se activan los aspersores dando un chorro de agua fría durante 5 segundo.

Todo el proceso siempre va a estar controlado con un sensor de temperatura que se encuentra dentro del baño de cajón el cual al llegar a los 45 °C apagara la chispa para que disminuya la temperatura hasta los 40°C y volver activarse, un sensor de temperatura

colocado en el interior de tanque generador de vapor. También consta de una luz azul que nos indica de que el proceso se desarrolla sin ningún inconveniente y la luz roja indicadora de que existe alguna falla dentro del proceso, la temperatura excedió los 60 °C o que el botón de paro de emergencia fue presionado debido algún imperfecto visualizado por el doctor tratante o el paciente.

En síntesis, podemos concluir que el prototipo del baño de cajón cumplió con los requerimientos y expectativas del médico tratante; realiza el funcionamiento esperado y adecuado correspondiente a los dos tipos de terapias que conforman su proceso, desempeña su funcionamiento garantizando la seguridad tanto del paciente como también del médico tratante. El baño de cajón consta con detalles como radio y tomacorriente con USB, estos detalles permiten al paciente tener una mejor experiencia y mayor comodidad con este tipo de terapias; la automatización de este prototipo permite tener al médico tratante una mayor confiabilidad en su funcionamiento ya que consta con algunos elementos de seguridad.

Para obtener un mayor conocimiento en la salud y seguridad acerca de los beneficios adquiridos con la automatización del baño de cajón se realizó una entrevista al médico tratante con las siguientes preguntas:



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS



TEMA: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO DE CAJÓN

DATOS INFORMATIVOS

LUGAR: Centro Naturopático NATUROSANA.

SECTOR: Hidroterapia

- **Nombre del entrevistado:** NT. Viviana Carolina Vinueza Orejuela
- **Nombre del entrevistador:** Alex Lomas Arias
- **Fecha:** _____ **Hora:** _____

INSTRUCCIONES

Señor médico tratante:

El centro Naturopático NATUROSANA a través de críticas y pruebas ha determinado que el baño de cajón para tratamientos hidroterapéuticos presenta una irregularidad sistemática en su proceso de generar vapor, tratamiento con agua fría y disconformidad al paciente; y se presenta para el mejoramiento de la calidad del centro, la automatización de un proceso frente al control manual del baño, brindando ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico. Sus

opiniones serán importantes para valorar el desarrollo aparatológico del centro. Le pedimos contestar:

OBJETIVO: Delimitar todos los problemas sistemáticos del baño de cajón que dificultan al tratante y crean disconformidad en el paciente en los tratamientos hidroterapéuticos, para implementar un sistema automatizado.

1. ¿Usted en su conocimiento profesional, que características médicas o de salud se obtiene de la terapia de baño de cajón?

2. ¿Qué tiempo de duración y que proceso debe tener la terapia integral?

3. ¿Prefiere usted algún proceso adicional? ¿Por qué?

**4. ¿Usted cree que sería practico la automatización de este tipo de terapias?
¿Por qué?**

5. ¿Qué propuesta de mejoramiento sugiere o la sugerida está acorde a sus necesidades?

Gracias

NT. Viviana Vinueza

C.I:

CONCLUSIONES

- Realizadas las pruebas del proceso de la automatización, se concluye que se ha cumplido con los objetivos propuestos en este trabajo, logrando de este modo conocer de forma básica canalizar de mejor manera los ductos de agua para así tener una mejor estética y funcionalidad del baño de cajón.
- El baño de cajón para la hidroterapia tanto en programación, simulación y control del proceso, se la desarrolló con un diseño de cómodo manejo, logrando el ahorro de espacio del centro naturopático de manera eficiente, al prescindir de equipos adicionales que anteriormente se hacían necesario para realizar los procesos, estandarizar el acople a tubería de media para tener mayor facilidad en la obtención de repuestos.
- Mientras se realizaba la prueba de generación de vapor se constató la transferencia de calor generado por el caldero hacia la estructura del baño de cajón por lo cual se optó por un aislamiento mediante una placa de granito.
- Toda la información recopilada para la automatización del baño de cajón, es una fuente de gran aporte para el desarrollo y la aplicación de conocimientos durante la formación académica universitaria, en el caso de programación y simulación de procesos con un Arduino UNO.
- Durante las pruebas de generación de vapor se optó por el cambio del manómetro de presión, por uno de temperatura. Se concluyó que era la mejor opción, debido a la no existencia de presión alta dentro del tanque ya que siempre se mantiene la salida de vapor.
- El tener un acceso a una válvula de control interno es innecesaria porque el paciente tiene un monitoreo constante de parte del médico e inapropiada ya que el aislamiento de dicha válvula se convierte en un problema más grande por la temperatura acumulada en los ductos y ahí sí, arriesgando la seguridad del paciente.
- Se presentó ruido eléctrico al tener la misma fuente para la alimentación del Arduino y el módulo de relés, se recomienda aislar la fuente o utilizar una diferente, ya que el relé al activar su auto acoplador dispara una corriente que altera el funcionamiento del Arduino y la pantalla LCD con el ingreso de dicho ruido eléctrico.
- Hace unos años los maquinas autómatas o robots tan solo se veían como un producto de la ciencia ficción, hoy en día es más que una realidad. Sin embargo, aún faltan avances para llegar a contar con un baño de cajón acorde a los avances tecnológicos, pero sin duda, tan solo es cuestión de tiempo, para poder encontrarlo en cada uno de nuestros hogares, ya que como he demostrado en el presente

trabajo, dichas maquinas automatizadas traerán una serie considerable de beneficios para la vida diaria.

- El uso de productos autómatas permitirá a las personas realizar sus actividades de manera más rápida, precisa, y con menores costos, además de brindarles mayor seguridad en hogares, industrias y cualquier lugar en que dichas máquinas se deseen usar.
- Debemos darle entrada a la tecnología y emprendimientos en nuestra sociedad, para así permitir un desarrollo más fácil, rápido y eficaz.

RECOMENDACIONES

- ❖ Antes de proceder a la puesta en marcha del baño de cajón, se recomienda verificar las conexiones de alimentación eléctrica, sistema de agua y gas al equipo con el fin de evitar daños en sus elementos internos.
- ❖ Se recomienda no retirar el aislamiento de la espalda de baño de cajón con respecto al caldero ya que existe transferencia de calor, debido a las altas temperaturas en las que se maneja el caldero.
- ❖ Se recomienda que para tener un mejor entendimiento en las aplicaciones de los módulos Arduino, se realicen talleres de programación teórico-prácticos y crear espacios didácticos, así fomentar conocimiento y tecnología.
- ❖ Si se visualiza que la temperatura en el indicador del tanque supera los 110 °C, se recomienda el apagado inmediato del proceso ya que existe taponamiento de la manguera de vapor y esto puede ser muy peligroso tanto para el paciente como para el médico tratante.
- ❖ El uso de manguera para la circulación del vapor debe ser la adecuada, ya que el uso de una manguera común provoca la condensación del vapor y la temperatura del mismo puede derretirla.
- ❖ Se recomienda en caso de manipular los componentes internos eléctricos del baño de cajón, continuamente verificar la polaridad de las fuentes, reguladores de voltaje y transformadores, esto si se usan diferentes fuentes de alimentación, tipos y fabricantes para así evitar cualquier cortocircuito por una mala polaridad.
- ❖ Se recomienda leer el manual de usuario y sus especificaciones antes de poner en funcionamiento el prototipo.

REFERENCIAS

- ABB. (2010). *ABB Elementos de mando y señalización*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/26352578ada4d1d4c125793c003453da/Elementos%20mando%20y%20senalizacion%2022mm_1TXA151023C0701-0310.pdf
- Alvares, A. (1999). *Fisiología e higiene*.
- Álvares, A. (7 de 12 de 2015). *Houzz*. Obtenido de <https://www.houzz.es>
- Briceño, J. (2005). *Transmisión de datos*. Merida, Venezuela.
- Construmática. (04 de 03 de 2010). *Metal laser cutting machine*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Sistemas_de_Generaci%C3%B3n_de_Calor
- Creus, A. (2010). *Instrumentación industrial*. Mexico: Alfa Omega grupo editor.
- DISTRITEC. (26 de Agosto de 2013). *DISTRITEC Hidraulica. Neumática*. Obtenido de <https://www.distritec.com.ar/novedad-detalle.php?titulo=%BFQU%C9%20SON%20LAS%20ELECTROV%C1LVULAS?>
- Dunn, W. (1997). *Fundamentos Industriales de instrumentación y control de procesos*.
- EcuRed. (11 de 07 de 2012). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Control_de_flujo
- FESTO. (2018). *Valvulas de accionamiento manual*.
- Geek Factory. (2014 de Julio de 2018). *Geek Factory*. Obtenido de <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/termopar-con-arduino-y-max6675-medicion-de-temperatura/>
- Inoxalia. (2015). *Inoxalia Zona Centro*. Obtenido de <https://www.inoxalia.net/tipos-valvulas-distinto-funcionamiento/>
- Katsuhiko, O. (1998). *Elementos de máquinas y Circuitos*. Tokio: Marquis Who's Who in the World.
- Lazaeta, R. (2001). *La salud por la naturaleza*. Mexico DF: Pax Mexico.
- Lezaeta, M. (1997). *Medicina natural: al alcance de todos*. Mexico DF: Pax Mexico.
- Lledó, E. (2012). *Diseño de un sistema de control domótico*. Valencia.
- Logic Bus S.A. (2018). *Logic Bus*. Obtenido de <http://www.logicbus.com.mx/sensores-temperatura.php>

- Moreno & Ramon. (2002). *Ingenierai de la autoamtizacion industrial*. MADRID- España.
- Ramírez, J. (2018). *Análisis, diseño e implementación de un sistema de encendido con microgeneración hidráulica de un calefón a gas para evitar el uso de pilas*. Riobamba.
- Reformas Madrid. (22 de 06 de 2018). *Reformas Madrid*. Obtenido de <https://www.reformas-servicios.com/blog/>
- Rubio, L. (19 de Julio de 2012). *WIKA*. Obtenido de <http://www.bloginstrumentacion.com/instrumentacion/como-funciona-un-medidor-de-nivel/>
- S.Idler, Ebel F. (2008). *Fundamentos de la Técnica de Automatización*.
- Scholz, Frank Ebe & Siegfried Idler & Georg Prede & Dieter. (2010). *Neumática Electroneumática Fundamentos*. Dekendorf: Festo Didactic GmbH & Co.Kg.
- Subdirección de Conservación y Mantenimiento de la Subdirección General Médica. (2002). *Guía técnica de operación y mantenimiento de generadores de vapor*.
- Topón, J. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo para un sistema electrónico temporizado en puertas y ventanas, empleando modulo arduino para el restaurante "Pailón de Mushuñan"*. Quito.
- Vaca, E. (2019). *Implementacion de un sistema scada mediante el software intouch para el control y visualizacion de procesos industriales*. Ibarra.
- Valderrama, J. (2012). *Informacion Tecnológica*. Chile: Centro de informacion tecnologico.
- Valvias. (2013). *Valvias*. Obtenido de <http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>
- Vargas Manuel, Castillo Georgina, Sandoval Juna & Brambila Alfredo. (2015). *Arduino una herramienta accesible para el aprendizaje de programación*. *Revista de tecnología e innovación*.
- Vaxa. (29 de 09 de 2011). *Vaxa Software*. Obtenido de http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/caloresph2o.pdf
- Vinueza, J. F. (2017). *Diseño e implementación de la regulación automática de una camilla para el tratamiento podológico con movimiento automático y masaje incorporado a la zona lumbar*. Ibarra.

ANEXOS

ANEXO A: Manual de usuário



Contenido

| | |
|--|-----------------------------------|
| 0..... | Introducción |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 0.1..... | Instrucciones de seguridad |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1..... | Descripción |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.1..... | Características Técnicas |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| Fig. 1 Baño de cajón..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2..... | Medidas del baño de cajón |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| Fig.2 Medidas del baño de cajón..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3..... | Instalación |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.1..... | Obras previas |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.2..... | Proceso de instalación |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4..... | Funcionamiento |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1..... | Descripción |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| Fig. 3 Pulsadores para el inicio de funcionamiento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.1..... | Interruptor On/Off general |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2..... | Interruptor On/Off (2) |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.3..... | Modo 1 |
| | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4..... | Modo 2 |
| | ¡Error! Marcador no definido. |

| | | |
|------------|--|-------------------------------|
| 4.1.5..... | Paro de emergencia | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.2..... | Inicialización | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.2.1..... | Secuencia de encendido y apagado | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.3..... | Test de funcionamiento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.3.1..... | Alimentación eléctrica | ¡Error! Marcador no definido. |
| 5..... | Mantenimiento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6..... | Seguridades | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6.1..... | Precauciones generales de seguridad | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6.1.1..... | Seguridad personal | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6.1.2..... | Seguridad en la zona de trabajo | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6.1.3..... | Seguridad en la puesta a punto y funcionamiento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6.2..... | Seguridad de uso | ¡Error! Marcador no definido. |
| 7..... | Diagrama eléctrico | ¡Error! Marcador no definido. |
| 8..... | Plano estructural del baño de cajón | ¡Error! Marcador no definido. |

0. Introducción

0.1. Instrucciones de seguridad ADVERTENCIA -LEER ANTES DE TRABAJAR CON ESTA MÁQUINA

Fallos en la observancia de las siguientes instrucciones pueden ocasionar lesiones en el personal o daños en la máquina.

- No quitar las placas de advertencia o instrucciones de la máquina. Estas placas deben ser legibles en todo momento.
- No utilizar la máquina sin una toma de tierra apropiada para eliminar peligros de choque eléctrico.
- La puerta de la caja eléctrica principal y la tapa del calefón deben estar cerradas y bloqueadas. Abrir las puertas supone exponerse a voltajes peligrosos y temperaturas extremadamente altas.
- Cuando la máquina está siendo reparada la tensión debe estar desconectada.

NOTA: ES RESPONSABILIDAD DEL USUARIO EL ESTAR SEGURO DE QUE LA MAQUINARIA ESTÁ EN PERFECTAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN TODO MOMENTO Y QUE EL OPERARIO CUMPLA TODAS LAS NORMAS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO APROPIADAS QUE SE INDICAN EN EL MANUAL Y EN LAS PLACAS DE ADVERTENCIA E INSTRUCCIONES.

1. Descripción

1.1. Características Técnicas

A continuación, se describen las características de los diferentes componentes de la máquina.

El baño de cajón es un habitáculo utilizado para tratamientos con vapor en alta temperatura y también con agua fría, esto beneficiando a la salud del paciente.

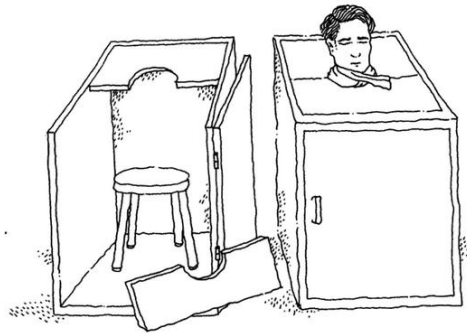


Fig. 1 Baño de cajón

La automatización del proceso de funcionamiento del baño del cajón se lo realizo mediante una memoria programable con el Arduino UNO, para su funcionamiento consta de los siguientes elementos:

- Sistema de agua
- Sistema de gas
- Electroválvulas
- Sensor de nivel eléctrico
- Modulo relé de 8 canales
- Fuentes de alimentación de 5v
- Seleccionador de 3 posiciones
- Pantalla HMI TFT serial
- Termocupla

El tratamiento con el baño de cajón consta de dos modos acoplados a las necesidades del médico tratante.

2. Medidas del baño de cajón

Las medidas con las que fue construido el baño de cajón son las siguientes:

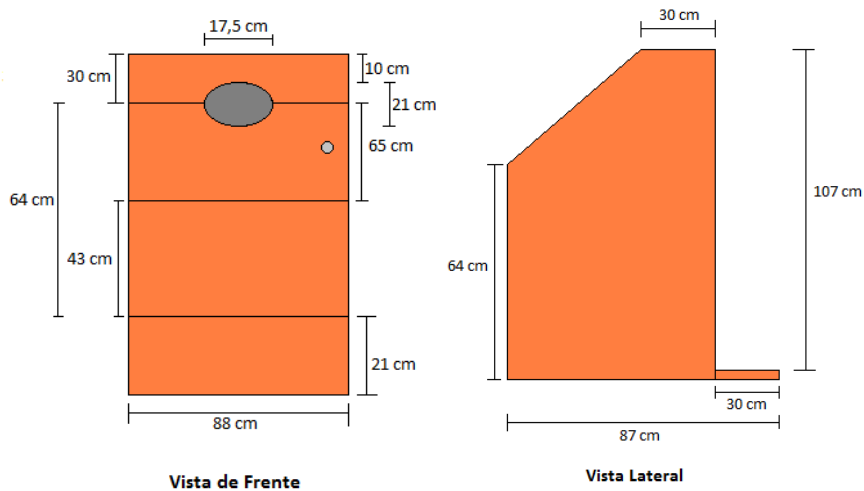


Fig.2 Medidas del baño de cajón

Cabe recalcar que las medidas sugeridas fueron únicamente acopladas a los requerimientos dados por el medido tratante.

3. Instalación

3.1. Obras previas

Se debe disponer de una toma de corriente a 110 VAC con toma de tierra para el buen funcionamiento de la máquina.

Es aconsejable instalar la máquina en una sala con el suelo nivelado, donde no haya grandes diferencias de temperaturas y humedades, buena limpieza, ya que las malas condiciones ambientales pueden repercutir en el correcto funcionamiento y en la vida de la máquina.

3.2. Proceso de instalación

Para instalar el baño de cajón deberá seguir una secuencia para facilitar el montaje.

La primera medida necesaria es bloquear las ruedas del baño. Una vez bloqueadas las llantas se conecta de forma eficaz el desagüe, el sistema de agua, el sistema de gas y alimentación eléctrica del baño de cajón.

Se debe verificar que no exista fugas en el sistema de agua y gas, esto debido a que puede ser muy peligroso.

La conexión del sistema agua es de forma rápida debido a que tiene acoples rápidos.

4. Funcionamiento

4.1. Descripción

El baño de cajón dispone de un interruptor On/Off general (1), un interruptor On/Off (2), un selector de modo de operación de 3 posiciones (3) y un pulsador de emergencia (4).



Fig. 2 Pulsadores para el inicio de funcionamiento

4.1.1. Interruptor On/Off general

Este interruptor tiene la función de permitir el paso de la energía a todos los componentes del tablero principal de control. Se debe poner en modo On o 1 para poder energizar todos sus componentes.

EL baño de cajón tiene dos tratamientos distintos que son:

- Modo 1
- Modo 2

4.1.2. Interruptor On/Off (2)

Este interruptor será presionado antes de iniciar cualquier tipo de terapia ya que es el encargado de generar la chispa necesaria para obtener fuego, la principal característica de este interruptor es que puede ser accionado o no por parte del médico tratante ya que su función es la generación de chispa. Esto se debe a que puede existir pacientes los cuales no soporten la temperatura máxima dentro del baño de cajón que será de 40°C y puede ser presionado para la desactivación de la chispa y así pueda disminuir la temperatura dentro del mismo.

4.1.3. Modo 1

Para el tratamiento de vapor con el modo 1 es necesario colocar el seleccionador en el modo 1. En este tipo de terapia tiene una duración aproximada de 46 minutos, incluidos el tiempo necesario para el llenado del tanque que es aproximadamente de 2 minutos y la generación de vapor que es aproximadamente de 10 minutos.

Este tipo de terapia inicia con la generación de vapor durante 20 minutos, después de los cuales apaga la chispa generadora de flama para la disminución de la temperatura dentro del baño de cajón para posteriormente activar los aspersores durante 5 segundos, dando al paciente un chorro de agua fría.

Al momento de apagar los aspersores, inmediatamente vuelve al encendido de la flama para la generación de vapor durante 17 minutos, al transcurrir este tiempo se apagará la flama para la disminución de la temperatura del baño de cajón.

Al llegar al minuto 2 de la terapia encenderá los aspersores durante 5 segundos y al llegar al segundo 5 de la terapia nuevamente activará los aspersores para un chorro de agua fría para dar como finalizada la terapia.

Cabe recalcar que el tiempo de la terapia inicia en el minuto 46 y termina en el minuto 0, esto quiere decir que el tiempo va en decrecimiento.

Todo el proceso siempre va a estar controlado con un sensor de temperatura que se encuentra dentro del baño de cajón el cual al llegar a los 45 °C apagara la chispa para que disminuya la temperatura hasta los 40°C y volver activarse, un sensor de temperatura colocado en el interior de tanque generador de vapor. También consta de una luz azul que nos indica de que el proceso se desarrolla sin ningún inconveniente.

4.1.4. Modo 2

Para el tratamiento de vapor con el modo 1 es necesario colocar el seleccionador en el modo 1. En este tipo de terapia tiene una duración aproximada de 25 minutos, en el cual consta el tiempo necesario para el llenado del tanque que es aproximadamente de 2 minutos y la generación de vapor que es aproximadamente de 10 minutos.

En este modo la terapia inicia con la generación de vapor durante 20 minutos, después de los cuales apaga la chispa generadora de flama para la disminución de la temperatura dentro del baño de cajón para posteriormente activar los aspersores al minuto 2 durante 5 segundos, dando al paciente un chorro de agua fría.

Al llegar al minuto 1 esto se repite, nuevamente se activan los aspersores dando un chorro de agua fría durante 5 segundo.

Todo el proceso siempre va a estar controlado con un sensor de temperatura que se encuentra dentro del baño de cajón el cual al llegar a los 45 °C apagará la chispa para que disminuya la temperatura hasta los 40°C y volver activarse, un sensor de temperatura colocado en el interior de tanque generador de vapor. También consta de una luz azul que nos indica de que el proceso se desarrolla sin ningún inconveniente.

4.1.5. Paro de emergencia

En caso de ser necesario detener la máquina de manera inmediata, el baño de cajón cuenta con un pulsador de paro de emergencia, el cual corta el suministro de energía y enciende una luz roja indicadora de la existencia de alguna anomalía. Para accionarlo basta con oprimirlo, para desactivarlo es necesario girarlo en el sentido que indican las flechas.

4.2. Inicialización

Cada vez que el usuario desee trabajar con la banda deberá seguir una secuencia de encendido y ejecutar unas operaciones de inicialización.

4.2.1. Secuencia de encendido y apagado

Para iniciar asegúrese de tener la máquina conectada a una red de 100V. En seguida siga las siguientes instrucciones:

1. Accionar el interruptor ON/OFF (general) y dejarlo en posición ON, el piloto rojo debe encenderse.
2. Presionar el interruptor On/Off (2) para así poder generar la chispa necesaria para la creación del fuego.
3. Colocar el selector en Modo 1 o Modo 2, dependiendo el modo que desee trabajar.
4. Realizar el accionamiento del interruptor On/Off (2) únicamente si desea apagar la generación de vapor durante un tiempo para bajar la temperatura dentro del cajón; esto debido a que existen pacientes que no soportan la temperatura máxima que existe dentro de un baño de cajón que es de 60 °C

4.3. Test de funcionamiento

Tras haber realizado el proceso de Inicialización se procederá a realizar unas acciones que permitan comprobar el correcto funcionamiento del baño de cajón y así localizar errores o anomalías. Cuando la comprobación no es correcta se indican las posibles causas de error.

4.3.1. Alimentación eléctrica

En caso de que al accionar el interruptor y dejarlo en ON no se encienda el baño de cajón:

1. Verifique la conexión a la red de 110V, probablemente el cable alimentación del baño de cajón no está enchufado.
2. Conexiones internas de alimentación erróneas.

5. Mantenimiento

La mayor parte del mantenimiento general a realizar por los usuarios del baño de cajón se refiere a una limpieza básica y a unas rutinas de trabajo con la finalidad de establecer unos hábitos generales para el buen funcionamiento del mismo.

El usuario del baño de cajón es la persona más capaz de observar cambios en su funcionamiento, siendo de ayuda inestimable para describir los fallos.

El mantenimiento general se traduce en:

1. Mantener el baño de cajón limpio.
2. Controlar que el mando manual, pulsadores, selectores, pantallas, etc. estén limpios y exentos de polvo.
3. Comprobar visualmente que los conectores del sistema de agua, gas y alimentación eléctrica estén en buen estado, no presenten golpes u otros daños.

6. Seguridades

6.1. Precauciones generales de seguridad

Las presentes precauciones de seguridad para este baño de cajón han sido preparadas para ayudar al operario a la puesta en práctica de procedimientos de seguridad en el trabajo. El operario debe leer y comprender completamente dichas precauciones antes de la puesta en marcha, puesta a punto, funcionamiento o realización de operaciones de mantenimiento en la máquina.

ATENCIÓN: Lea las precauciones de seguridad pertinentes antes de poner en marcha la máquina. El incumplimiento de las instrucciones de seguridad puede ser causa de lesiones a las personas y/o daños a los componentes de la máquina.

6.1.1. Seguridad personal

El operario del baño de cajón debe ser consciente de que los procedimientos diarios de seguridad son una parte vital de su trabajo.

La prevención de accidentes debe ser uno de los principales objetivos del trabajo independientemente de la actividad en cuestión.

6.1.2. Seguridad en la zona de trabajo

Mantenga siempre limpia la zona de trabajo. Las zonas de trabajo con materias peligrosas tales como aceite, residuos o agua sobre el suelo pueden ser causa de caídas dando lugar a lesiones.

Asegúrese que la zona de trabajo esté exenta de obstrucciones peligrosas.

6.1.3. Seguridad en la puesta a punto y funcionamiento

Estudie y entienda todas las instrucciones de seguridad antes de proceder a la puesta a punto, puesta en marcha o mantenimiento del baño de cajón. El operario debe leer detenidamente, entender y cumplir todas las placas de aviso e instrucción montadas sobre la máquina. No pinte, modifique, borre o retire dichas placas de la máquina. Sustituya todas aquellas placas que hayan quedado ilegibles.

6.2. Seguridad de uso

Es **IMPORTANTE** tener en cuenta algunas precauciones sobre las seguridades de uso del baño de cajón, debido al **PELIGRO** de obstrucción del ducto por donde se circula el vapor, las cuales pueden llegar a generar altas temperaturas dentro del caldero y ocasionar la explosión del mismo.

7. Diagrama eléctrico

8. Plano estructural del baño de cajón

ANEXO B: Programa Arduino para automatización del del baño de cajón para la hidroterapia

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
char timeline[16];
int minutes=45;
int secondes=59;

char timeline2[16];
int minutes2=24;
int secondes2=59;
int temp;
int tanque = A5;
int aspersor= A4;
int flama = A3;
int azul=A2;
int rojo=A1;
int i;
const int termocupla=A0;
int sel1 = 8;
int sel2 = 9;
int valor_sel1=0;
int valor_sel2=0;
int modo=0;
int a=0;
int b=0;
OneWire ourWire(A0);
DallasTemperature sensors(&ourWire);
void setup() {
    pinMode(sel1,INPUT);
    pinMode(sel2,INPUT);
    pinMode(termocupla,INPUT);
    pinMode (tanque, OUTPUT);
    pinMode (aspersor, OUTPUT);
    pinMode (flama, OUTPUT);
    pinMode (rojo, OUTPUT);
```

```

    pinMode (azul, OUTPUT);
    digitalWrite(tanque,1);
    digitalWrite(aspersor,1);
    digitalWrite(flama,1);
    digitalWrite(rojo,1);
    digitalWrite(azul,1);
    Serial.begin(9600);
sensors.begin();
}
void loop() {
lectura_termocupla();
valor_sel1=digitalRead(sel1);
valor_sel2=digitalRead(sel2);

if(valor_sel1 ==LOW){
    testeo_temperatura();
    cronometro();
    modo_uno();
    modo=1;
}
if(valor_sel2 ==LOW){
    testeo_temperatura();
    cronometro2();
    modo_dos();
    modo=2;
}
if(valor_sel2 ==HIGH&&valor_sel1 ==HIGH) {
    modo_off();
    inactivo();
    if (modo==1){
        minutes=45;
        secondes=59;
        modo=0;
    }
    if (modo==2){
        minutes2=24;
        secondes2=59;

```

```

        modo=0;
    }
    a=0;
    b=0;
    i=0;
}
}
void cronometro () {
    sprintf(timeline,"%0.2d mins %0.2d segs", minutes, secondes);
    delay(600);
    secondes--;
    if (secondes == 0)
    {
        secondes = 59;
        if(minutes!=0)
            minutes --;
        else
            b=1;
    }
    if(b!=1) {
        Serial.print("j0.val=");
        Serial.print(timeline);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.print("t0.txt=");
        Serial.write(0x22);
        Serial.print(timeline);
        Serial.write(0x22);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
    }
    else
        time_off();
}
void cronometro2 () {

```

```

sprintf(timeline2,"%0.2d mins %0.2d segs", minutes2, secondes2);
delay(600);
secondes2--;
if (secondes2 == 0)
{
    secondes2 = 59;
    if(minutes2!=0)
    minutes2 --;
    else
    a=1;
}
if(a!=1){
Serial.print("j0.val=");
Serial.print(timeline2);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.print("t0.txt=");
Serial.write(0x22);
Serial.print(timeline2);
Serial.write(0x22);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
}
else
time_off();
}
void lectura_termocupla (){
sensors.requestTemperatures();
temp= sensors.getTempCByIndex(0);
Serial.print("t1.txt=");
Serial.write(0x22);
Serial.print(temp);
Serial.println(" C");
Serial.write(0x22);
Serial.write(0xff);
}

```

```

Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
}
void inactivo (){
digitalWrite(tanque,1);
digitalWrite(aspersor,1);
digitalWrite(flama,1);
digitalWrite(rojo,1);
digitalWrite(azul,1);
}
void testeo_temperatura () {
    if(temp>45){
        digitalWrite(tanque,1);
        digitalWrite(aspersor,1);
        digitalWrite(flama,1);
        digitalWrite(rojo,0);
        digitalWrite(azul,1);
    }
    else {
        if(temp<40){
            digitalWrite(rojo,1);
            digitalWrite(azul,0);
            if(i==1)
                digitalWrite(flama,LOW);
        }
    }
}
void modo_uno(){
    if (minutes<=45&&minutes>=44){ // 44 min
        digitalWrite(azul,LOW);
        digitalWrite(tanque,LOW);
        digitalWrite(flama,LOW);
        i=1;
    }
    else
        digitalWrite(tanque,HIGH);
    if (minutes==20) // 20min

```

```

{
    digitalWrite(flama,HIGH);
    i=0;
}
if(minutes==17&&secondes==50) //17:50
{
    digitalWrite(flama,LOW);
    i=1;
}
if(minutes==5) {
    digitalWrite(flama,HIGH);
    i=0;
}
if (minutes==18||minutes==1||minutes==0&&b==0){
    if(secondes<=5&&secondes!=0){
        digitalWrite(aspensor,LOW);
    }
    else
        digitalWrite(aspensor,HIGH);
}

else
    digitalWrite(aspensor,HIGH);
}
void modo_dos(){
    if (minutes2<=24&&minutes2>=23){
        digitalWrite(azul,LOW);
        digitalWrite(tanque,LOW);
        digitalWrite(flama,LOW);
        i=1;
    }
    else
        digitalWrite(tanque,HIGH);
    if (minutes2==4) {
        digitalWrite(flama,HIGH);
        i=0;
    }
}

```



```

if (minutes2==1||minutes2==0&&a==0){
  if(secondes2<=5&&secondes2!=0){
    digitalWrite(aspensor,LOW);
  }
  else
    digitalWrite(aspensor,HIGH);
}
else {
  digitalWrite(aspensor,HIGH);
}
}

```

```

void time_off (){
  Serial.print("j0.val=");
  Serial.print("FIN!!!");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print("t0.txt=");
  Serial.write(0x22);
  Serial.print("FIN!!!");
  Serial.write(0x22);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
}

```

```

void modo_off (){
  Serial.print("j0.val=");
  Serial.print("MODO OFF");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print("t0.txt=");
  Serial.write(0x22);
  Serial.print("MODO OFF");
  Serial.write(0x22);
  Serial.write(0xff);
}

```

```
Serial.write(0xff);  
Serial.write(0xff);  
}
```

ANEXO C: Baño de cajón (Vista posterior)



Anexo D: Ensamblaje del caldero



ANEXO E: Elementos para sujetar el granito para la aislación de transferencia de temperatura



ANEXO F: Creación de estructura de aluminio para la madera



ANEXO G: Colocación de las ruedas en el baño de cajón



ANEXO H: Colocación de pantalla y tomacorriente con entradas USB



ANEXO I: Colocación de letrero, luces indicadoras y parlantes



ANEXO J: Entrevista realizada al médico tratante



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS



TEMA: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN BAÑO DE CAJÓN

DATOS INFORMATIVOS

LUGAR: Centro Naturopático NATUROSANA.

SECTOR: Hidroterapia

- Nombre del entrevistado: NT. Viviana Carlina Vinuesa Orejuela
- Nombre del entrevistador: Alex Lomas Arias
- Fecha: 24 de Dic. 2016 Hora: 10:00

INSTRUCCIONES

Señor médico tratante:

El centro Naturopático NATUROSANA a través de críticas y pruebas ha determinado que el baño de cajón para tratamientos hidroterapéuticos presenta una irregularidad sistemática en su proceso de generar vapor, tratamiento con agua fría y disconformidad al paciente; y se presenta para el mejoramiento de la calidad del centro, la automatización de un proceso frente al control manual del baño, brindando ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico. Sus opiniones serán importantes para valorar el desarrollo aparatológico del centro. Le pedimos contestar:

OBJETIVO: Delimitar todos los problemas sistemáticos del baño de cajón que dificultan el tratamiento y crean disconformidad en el paciente en los tratamientos hidroterapéuticos, para implementar un sistema automatizado.

1. ¿Usted en su conocimiento profesional, que características médicas o de salud se obtiene de la terapia de baño de cajón?

- Relajación sanguínea.
- Desintoxicación integral.
- Proceso de adaptación.
- Relajación de los tejidos del organismo.

2. ¿Qué tiempo de duración y que proceso debe tener la terapia integral?

- Tiempo de duración de entre 30 a 45 minutos.
- En terapia integral debe tener el proceso de frotamiento, exposición física y un baño de agua fría para determinar la terapia correcta para el paciente concreto y la terapia tiene que ser la combinación integral, relajación y recuperación física.

3. ¿Prefiere usted algún proceso adicional? ¿Por qué?

Si sería complementario con un sistema integral de atención
ya que ayudo tanto a la terapia como a la relajación.

4. ¿Usted cree que sería práctico la automatización de este tipo de terapias?

¿Por qué?

Si, por que todo el proceso al simplificarlo con la guía de
de un o dos botones se optimiza recursos y tiempo
se controla mejor el proceso y se automatiza la terapia.

5. ¿Qué propuesta de mejoramiento sugiere o la sugerida está acorde a sus necesidades?

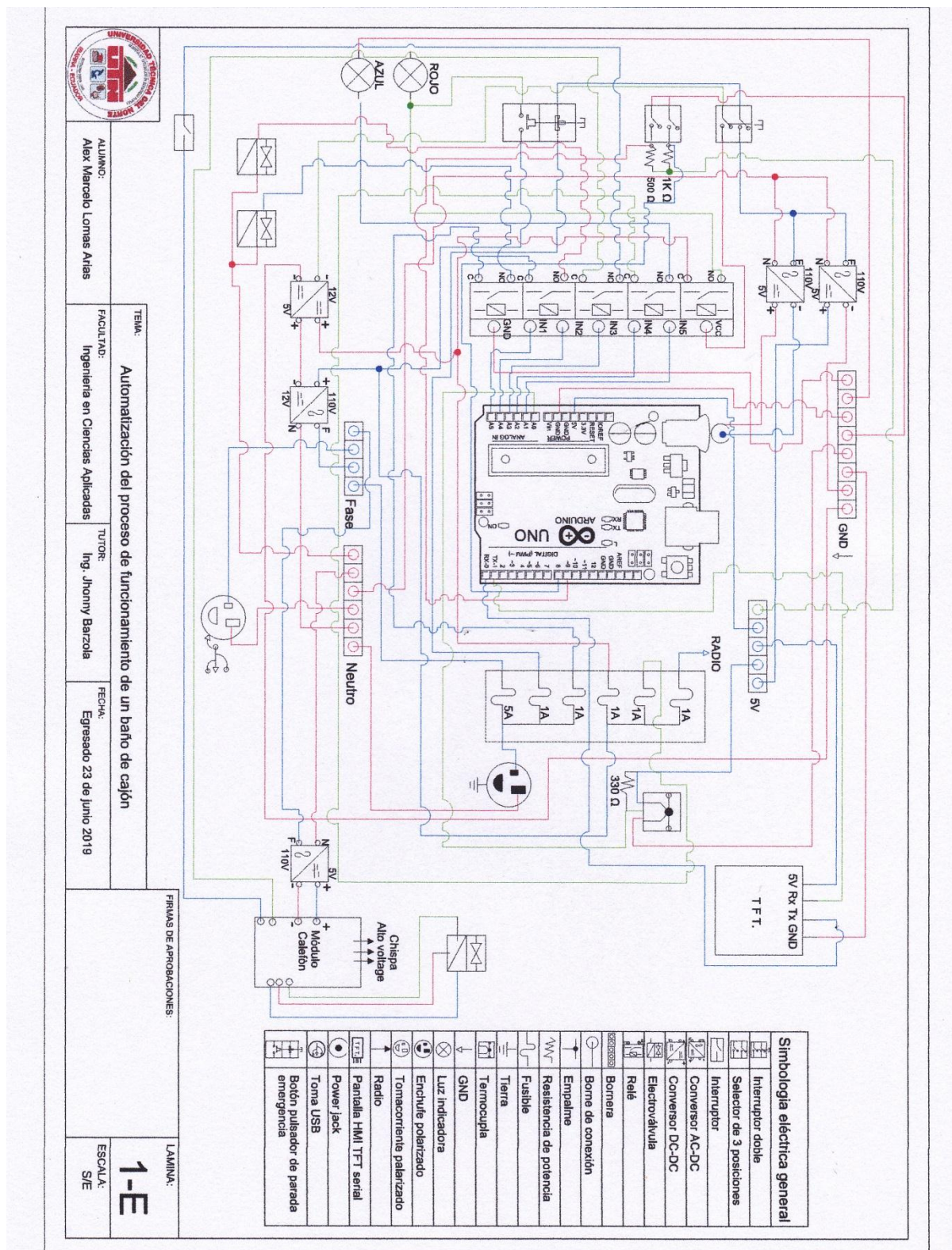
Según la experiencia del centro sugerimos se sugiere tener
dos tipos de terapias una mas completa y la otra terapia
de pocos minutos y simplificar el proceso de colocación
de ella en el interior de la capota de acuerdo al paciente.

Gracias

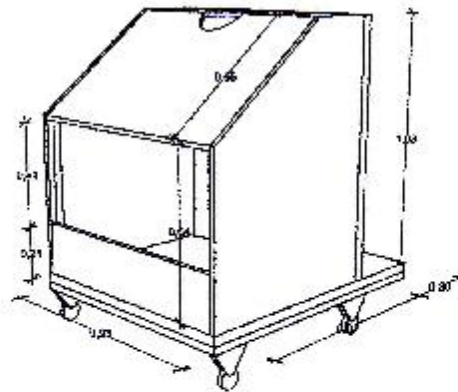
NT. Viviana Vinuesa

C.I: 100364548-6.

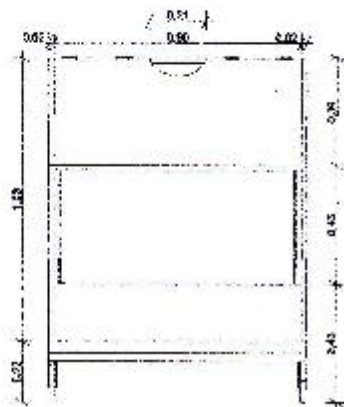
ANEXO K: Diagrama eléctrico



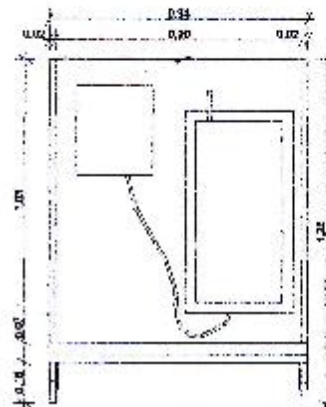
ANEXO L: Plano estructural del baño de cajón



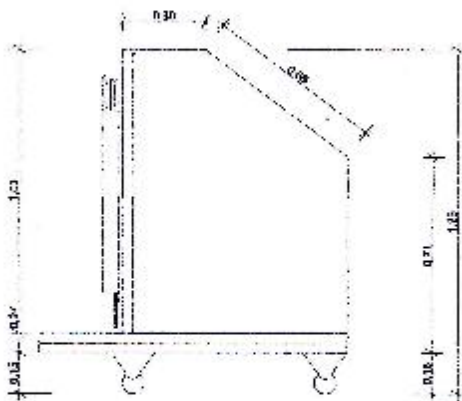
3D-01 **Perspectiva Cónica** 1:200



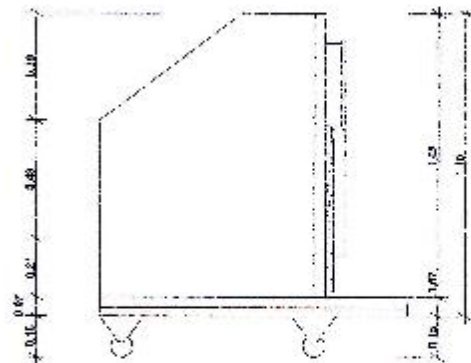
Alzado Oeste (1) 1:20



Alzado Este (1) 1:20



Alzado Norte (1) 1:20



Alzado Sur (1) 1:20

| | | |
|--|--|--|
| | TEMA: Automatización del proceso de funcionamiento de un baño de cajón | |
| | ALUMNO: Alex Marcelo Lomas Arias | FECHA: Egresado 23 de junio 2010 |