

DISEÑO DE MECANISMO PARA LIMPIEZA AUTOMATICA INTERNA DE MUFLAS EN APLICACIONES DENTALES.

Robles Escamilla, Jose Luis

joselebole@gmail.com

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

RESUMEN - Para el artículo a continuación mostrado se trazó la meta de diseñar un mecanismo que automatice la extracción de la cera-parafina de un molde, nombrado de ahora en adelante mufla, en aplicaciones dentales. Inicialmente se diseñó la mufla de nuevo debido a que acondicionar las muflas existentes a un proceso automático no daría los resultados deseados, seguido al diseño de la mufla se identificaron los elementos necesarios para el mecanismo. Teniendo los elementos a implementar se llevó al campo de la simulación para tener contacto con el funcionamiento y seleccionar las características del dispositivo encargado de ser el "cerebro" del mecanismo y buscarlas entre las opciones del mercado. El diseño y la simulación del mecanismo proyectaron la factibilidad de la construcción del dispositivo propuesto, a nivel operativo la evaluación que se realiza de a través de la simulación cumple con lo planteado, al obtener el listado de elementos a usar se evidencio que económicamente el proyecto es viable exclusivamente para laboratorios dentales con gran capacidad de producción.

PALABRAS CLAVE

Acrilizado: Es el procedimiento por el cual se reemplaza la cera-parafina por un material plástico duro y pulible.

Mufla: Es un recipiente metálico muy resistente, el cual consta de 3 partes, una inferior con una tapa en la base, una parte media y una tapa. Las muflas pueden ser con tornillos o sin tornillos.

ABSTRACT - For the following article, the goal was to design a mechanism that automates the extraction of the wax-paraffin from a mold, hereafter referred to as muffle, in dental applications. Initially the muffle was designed again because conditioning the existing muffles to an automatic process would not give the desired results, followed by the design of the muffle, the elements necessary for the mechanism were identified. Having the elements to be implemented, it took the field of simulation to have contact with the operation and to select the characteristics of the device in charge of being the "brain" of the mechanism and to look for them among the options of the market. The design and simulation of the mechanism projected the feasibility of the construction of the proposed device, at the operational level the evaluation that is done through the simulation complies with what was proposed, when obtaining the list of elements to use it was shown that the project economically Is viable exclusively for dental laboratories with great production capacity.

KEYWORDS

Acrylate: It is the procedure by which the wax-paraffin is replaced by a hard and polished plastic material.

Mufla: It is a very resistant metal container, which consists of 3 parts, one lower with a lid at the base, a middle part and a lid. The muffles can be with screws or without screws.

1. INTRODUCCION

La resina acrílica como base para la elaboración de prótesis dentales represento un gran avance en cuanto a la propiedad y compatibilidad del material con el tejido blando de la boca. La acrilización de la resina es un proceso lento y con pocos cambios desde su invención. En función de la no optimización del proceso, el tiempo necesario para conseguir una polimerización o acrilización adecuada de la resina es un factor limitante en el proceso de confección de Prótesis dentales. Este proceso también ha sido intensamente estudiado procurando perfeccionar la calidad final de la Prótesis Total. Propiedades importantes como la porosidad, la oclusión incorrecta provocadas por una mala manufactura de la prótesis han sido objeto de estudio durante años y se han generado avances importantes. Estos avances en las propiedades mecánicas, se han centrado en su mayoría en la elaboración de prótesis fijas las cuales por los materiales y maquinaria empleada para su elaboración son de elevado costo. Para las personas que por razones económicas estén limitadas en la adquisición de una prótesis dental fija, la solución viable es la de adecuarles prótesis dentales removibles fabricadas con resina

acrílica, razón por la cual este tipo de prótesis siguen teniendo una demanda considerable, lo que hace que procurar reducir los tiempos de fabricación además de brindar mayor seguridad en el proceso de elaboración de este tipo de prótesis, teniendo en cuenta la demanda, sea una tarea que impacta positivamente al gremio de los laboratorios dentales.

En la elaboración de prótesis dentales acrílicas, el proceso de acrilizado, que se entiende como el remplazo de una dentadura en cera por una en acrílico definitiva sin perder la forma inicial de los dientes, es un proceso que a pesar del avance de las herramientas y los equipos, sus fundamentos no ha tenido grandes cambios en los últimos 30 años. Esto es debido a que los fabricantes de máquinas en el área dental tienen su foco en la fabricación de prótesis fija por medio de CNC lo cual para un país como Colombia, en el cual la mayor demanda es de prótesis removible acrílica, no sea eficaz. La poca evolución en este aspecto trae consigo dos dificultades principales que son consecuencia una de la otra, primero una baja producción y segundo mayores costos en horas hombre.

El procedimiento de la elaboración puede dividirse en tres grandes subprocedimientos, enmuflado, limpieza y acrilizado (posteriormente se profundizara en cada uno de ellos). El paso denominado como limpieza, hace referencia a la limpieza de la cera que queda del enmuflado y que es necesaria retirarla para seguir con la acrilización, esta limpieza de la cera derretida sobre el molde es un procedimiento obsoleto, lento y no automatizado que al ser de naturaleza manual es poco eficaz en

cuanto a manufactura se refiere. El retirar la cera del modelo, por su naturaleza manual, es el subprocedimiento de los tres que conlleva una mayor inversión de tiempo por lo anticuado del mismo.

La extracción de la cera del modelo supone un contacto directo del trabajador con agua a temperaturas de ebullición, y cera a una temperatura igual o superior, ambos fluidos pueden ocasionar lecciones en la piel.

La inversión de tiempo en este paso se ve influenciada exponencialmente por la cantidad de prótesis a fabricar, indicando que para una producción de una única prótesis al día, se invertirán 20 minutos para el retiro de la cera del modelo. Si como ejemplo situamos una producción de 20 unidades tendremos una inversión de tiempo de 400 minutos, más de 6 horas, lo que representa tener más de un trabajador para todo el proceso.

El presente trabajo indica los lineamientos a seguir para desarrollar el diseño de una máquina que ahorre el tiempo de fabricación de las prótesis dentales, proyecto realizado en el transcurso de la especialización en Informática y Automática Industrial.

2. JUSTIFICACION

El procedimiento entero de la acrilización de una prótesis dental, desde que se tienen los dientes enfilados (ubicación de los dientes artificiales sobre los modelos articulados, reemplazando los dientes naturales perdidos, intentando repetir la ubicación

aproximada) (1) hasta tener la prótesis en acrílico, puede tardar entre 90 y 100 minutos de los cuales 20 minutos se invierten en la limpieza de la cera. A primera vista reducir estos 20 minutos no parece una ganancia considerable, pero al pensar que este procedimiento por lo general, en los laboratorios con producción media y alta, se realiza con varias muflas en simultaneo, convertir el tiempo invertido de 20 a 5 minutos y en un promedio de 6 muflas (6 muflas es lo generalmente usado debido al tamaño de los recipientes de cocción del acrílico), representaría un ahorro de 90 minutos. La merma en los tiempos de manufactura son fundamentales para visualizar el posible desarrollo de una mejora en este aspecto, pero por otro lado también hay que resaltar que al ser un procedimiento manual que implica el posible contacto con agua y cera a altas temperaturas que pueden causar fácilmente quemaduras en la piel, separar la intervención humana directa para este paso en especial ayudaría a la integridad y seguridad del trabajador, tema importante en la actualidad laboral colombiana, y permitiría que una sola persona esté en la capacidad de controlar todo el proceso de las prótesis en una producción media-alta, tema que actualmente es realizado por varios trabajadores y en el caso de que sea por uno solo conlleva cantidades importantes de tiempo.

3. FUNDAMENTOS TEORICOS

Prótesis Dentales

Las prótesis dentales (dentaduras) son un elemento artificial que busca restaurar, en la mayoría de los casos, la anatomía bucal brindando a quien la porta la facilidad de realizar una actividad tan primordial como lo es el masticar. Aunque gracias a los avances en los sistemas asistidos por computador (CAD) para el diseño de las prótesis, en los últimos años se ha popularizando el termino diseño de sonrisa.(Odontología & Rodríguez, 2008)

3.1. Clasificación

Las dentaduras han sido clasificadas dentro de varios tipos tales como la dentadura completa removible, que es usada por una persona que ha perdido todos sus dientes. Otro tipo es la dentadura parcial, usadas por personas que ha perdido algún o algunos dientes pero que conservan dientes naturales. (Kassim, 2012)

Las dentaduras también se pueden clasificar en prótesis removible o prótesis no removible (conocida como prótesis fija) sus diferencias como su nombre lo indica está en la capacidad que tenga el paciente de retirarlas de la boca. Las prótesis fijas son aquellas que van cementadas o atornilladas sobre implantes bucales. En ocasiones según las condiciones del paciente se pueden emplear ambos tipos de prótesis, estos casos los evaluara el odontólogo y le planteara al paciente las diferentes

prótesis que corregirán su problema dental. Las prótesis fijas al tener un proceso de fabricación más complejo y que requiera el uso de mayor equipo especializado son de costo considerablemente mayor a las prótesis removibles.

Según (Kunwarjeet Singh & Gupta, 2012) los materiales termoplásticos para la industria dental fueron introducidos en el año de 1956 bajo el nombre de Valplast y Flexiplast. Diferentes tipos de prótesis pueden ser fabricados a partir de estos materiales por la técnica de moldeo por inyección. A mediados de 1970 Ivoclar (Schann, Liechtenstein) adapto el sistema de moldeo por inyección que usaba una resina de acrílico modificada para el proceso.

3.2. Métodos de fabricación de prótesis dentales acrílicas removibles.

Sobre el proceso de fabricación de prótesis removibles universidades y empresas del sector privado han invertido en llevar a cabo investigaciones sobre las técnicas de fabricación de dentaduras. La técnica se divide entre el método convencional y la técnica de moldeo por inyección. El método para formar la estructura de la dentadura es lo que diferencia las técnicas de fabricación. Sin embargo, los pasos iniciales son los mismos en los dos métodos.

3.2.1. Técnica convencional

El proceso convencional involucra regularmente tomar la impresión por parte de un odontólogo de la boca del

paciente. Luego la impresión se envía al laboratorio dental para la fabricación de la dentadura. En el laboratorio el técnico dental saca un modelo de la boca usando la impresión que le envió el dentista, creando el modelo en yeso. (Kassim, 2012)

Después de tener el modelo en yeso el técnico dental, usando un articulador (figura 1), ubica los dientes en acrílico sobre el modelo de yeso, alineados y en su posición correcta. Luego los dientes son asegurados a mano al modelo de la boca con una composición de cera para hacer una prueba de mordida al paciente. Las dentaduras de prueba en cera son extraídas del molde de yeso y enviadas al odontólogo para que las compruebe con el paciente y las envíe de nuevo al laboratorio donde una composición de un polímero es sustituida por la cera de la dentadura de prueba. (Kamali, 2008)



Figura 1 - Articulador dental AMQD. Recuperado de <http://www.medicaexpo.es>

Cuando se tiene certeza que el montaje de los dientes (enfilado) sobre la cera es el correcto se sigue el proceso denominado acrilizado que consiste en cambiar la cera por el material definitivo

de la prótesis. Para este paso se usa una mufla la cual consta de una base o parte inferior, un cuerpo o parte superior y la tapa. El primer paso del acrilizado es el enmuflado en el que inicialmente se aplica vaselina sobre el modelo que quedara ubicado en la parte inferior de la mufla. Se vierte yeso mojado en la parte inferior de la mufla, y sobre el yeso se ubica el modelo con la cera, con la ayuda de una espátula se alisa al yeso hasta que quede como se muestra en la figura 1.



Figura 2 – Mufla. Recuperado de <http://www.elatache.com/>

Cuando el yeso este seco se aplica una capa de vaselina sobre el yeso del modelo y el de la mufla. Luego se coloca la parte superior de la mufla y se vierte de nuevo yeso mojado hasta que se llene por completo, se coloca la tapa y se espera a que el yeso se endurezca. Seguido se sumerge la mufla en agua y se coloca a cocinar, tres (3) minutos después de que empiece a hervir el agua se abre la mufla para retirar la cera, que estará fundida debido a la temperatura, con la ayuda de un cepillo y un detergente se retira tanto la cera como la vaselina. El espacio que antes ocupaba la cera va a servir de molde para el acrílico. Si el enmuflado fue el correcto al separar las mitades de la mufla los dientes deben quedar en la parte superior de la mufla.

El espacio de la cavidad es llenado con una composición de resina de acrílico en forma de masa que se sitúa entre las dos secciones de la mufla, después, habitualmente la mufla se prensa para que salga el exceso de acrílico. El siguiente paso es el curado de la resina. Para mantener la exactitud y precisión de la resina durante el proceso de curado la mufla debe permanecer bajo calor y presión. (Kamali, 2008)



Figura 3 – Prensa con dos muflas para dentadura convencional. (Kassim, 2012)

Después del proceso de curado se debe extraer de las muflas la prótesis a estas se les debe, con la ayuda de herramientas manuales, retirar todos los excesos limar todas las asperezas que puedan lastimar al paciente y posteriormente pulir/brillar para darle un acabado similar a una dentadura natural.

3.2.2. Técnica de moldeo por inyección.

Para esta técnica se realizan los pasos del montaje en cera de los dientes y la enmuflada para obtener la cavidad limpia, donde ira el material definitivo, de igual forma que en el procedimiento anterior.

Para este proceso se usa un inyector que calentara el material a inyectar y lo introducirá a presión en la cavidad. La mufla en términos generales tiene las mismas partes que la de la técnica convencional, pero esta trae consigo un sistema para prensarla por medio de tornillos pasantes y está construida en fibra plástica reforzada (FRP por sus siglas en inglés Fiber reinforced plastic). (Kassim, 2012).

La figura 4 muestra el proceso de fabricación de dentaduras por medio de inyección. La ventaja de este método es que la constante presión de inyección compensa la gradual contracción de la resina de acrílico. Esto da como resultado dentaduras con pequeños grados de error. (Melton, 2000). Aunque el tiempo de fabricación y la exactitud de las dentaduras mejoran aun a estas dentaduras hay que proporcionarle los acabados necesarios para adecuar a la boca del paciente. Actualmente esta técnica es usada para elaborar prótesis con base a polímeros flexibles.

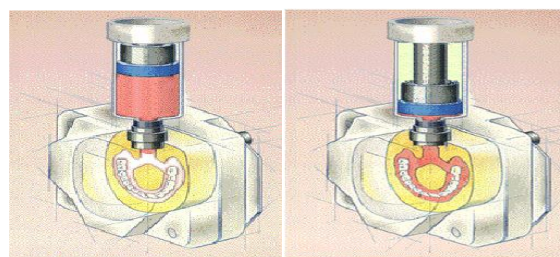


Figura 4 - Técnica de moldeo por inyección. (Kassim, 2012)

Para esta técnica de moldeo por inyección existen en el mercado variedad de máquinas que van desde las que cuentan con un tornillo sinfín, operado manualmente para realizar la inyección a las que con ayuda de un compresor

inyectan el cilindro por medio de presión neumática. El material usado se consigue en cartuchos. Los cartuchos vienen en cilindros de aluminio que contienen el material a inyectar. Estos cilindros cuentan con unas medidas específicas con las que trabaja cada fabricante.

Sistemas automáticos como tal no se encuentran. Después de realizar una búsqueda por la red en fabricantes de diferentes países, las maquinas que se ofrecen constan de un receptáculo para el cartucho, un calentador para el material y un sistema de inyección ya sea por tornillo sin fin o por pistón neumático. Un sensor de temperatura le indica al operador de la maquina la temperatura del material y este por información de catálogo o por experiencia decide el momento de realizar la inyección.

3.3. Materiales para la fabricación de prótesis removibles acrílicas.

El material usado en el método convencional se consigue al mezclar dos sustancias termopolimerizables (por lo general una sustancia líquida y una en polvo), su composición se muestra en la figura 6.

Polvo	Líquido
Esferas de polímero (poli metil metacrilato) o copolímeros (metacrilato de etilo o de butilo)	Monómero (metil metacrilato)
Iniciador (Peróxido de benzoino)	Inhibidor (hidroquinona)
Pigmentos (Sulfuro de mercurio, sulfuro de cadmio, selenuro de cadmio).	Activador (Aminas Orgánicas)*
Opacificadores	Plastificante
Plastificante	Agente de enlace
Fibras Orgánicas Teñidas	
Partículas Inorgánicas	

Figura 5- Composición materiales prótesis acrílica método convencional. (Enrique, Suárez, & Calderón, 2011)

Por las características del método de moldeo por inyección no se usa el mismo material que en la técnica convencional, además para dar las características de flexibilidad que presentan las prótesis por medio de este método. (Rodríguez, 2010) señala que “El Nylon como material para la confección de prótesis resulta perfecto. Este pertenece a la familia de las súper poliamidas, cosa que da aún más importancia a las propiedades elásticas del material. Al tratarse de un material totalmente distinto a lo conocido hasta el momento, podemos encontrar cierto rechazo al principio, por lo tanto hay que ampliar horizontes, ya que se consagra como uno de los materiales del futuro”.

4. RESULTADOS Y ANALISIS

Para la automatización del proceso se decide diseñar las partes de una mufla desde cero para lograr así un acople óptimo entre los elementos diseñados y los elementos escogidos que se encuentren en el mercado.

4.1. Diseño de la mufla

El diseño propuesto para la mufla inferior es el mostrado en la figura 6.

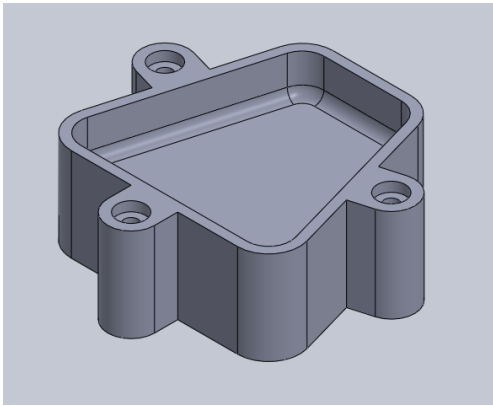


Figura 6. Mufla inferior

Como se observa en la figura 6 la parte inferior de la mufla cuenta con tres agujeros de diámetro M4, para la instalación se deben tener en cuenta las distancias y ángulos entre los orificios de los tornillos de fijación (ver planos de los anexos). La parte superior de la mufla (figura 7) tiene una característica que la diferencia de las muflas usadas comúnmente y es que cuenta con una pestaña que, al ubicarla sobre la parte inferior de la mufla, tapa completamente la parte inferior. Esta pestaña se diseña con las dimensiones para lograr el movimiento representado en la figura 8.

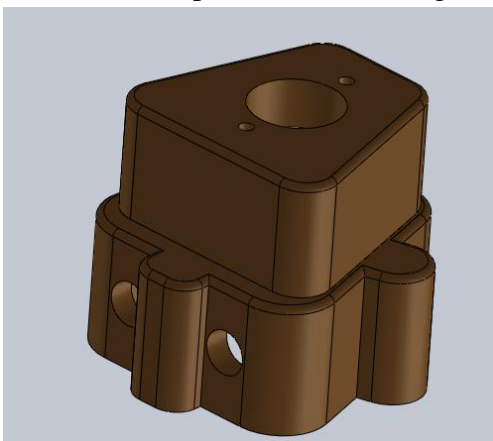


Figura 7. Mufla superior

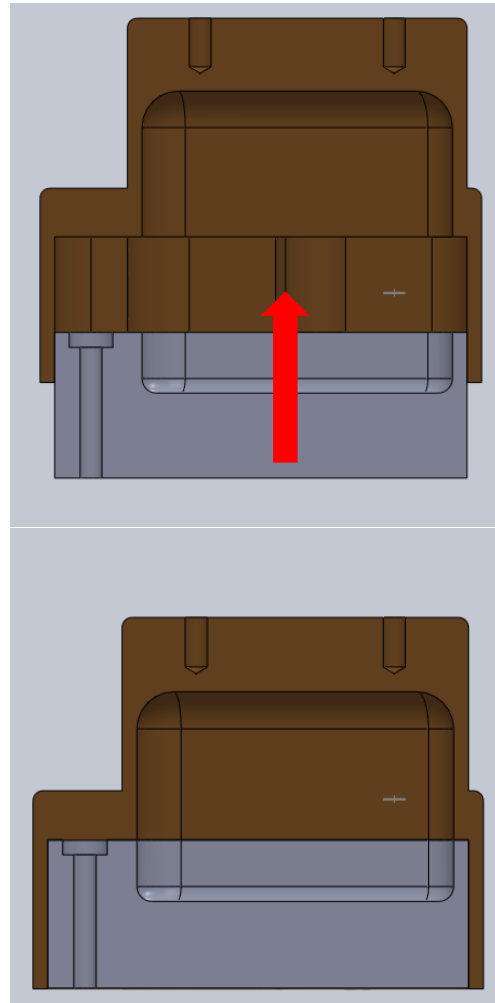


Figura 8. Vista sección del movimiento de la mufla.

En la parte superior de la mufla se agregaron los acoples necesarios para la conexión de las mangueras encargadas de la inyección del líquido para la limpieza y la extracción de la cera.

El material seleccionado para fabricar la mufla es el bronce al aluminio con un 10% de Al, se elige este material principalmente por tres (3) características: resistencia a la corrosión, conductividad térmica y facilidad de fabricación.

4.2. Diseño del mecanismo

Para lograr el movimiento de apertura de la mufla se ubica en la parte posterior un actuador neumático que se fijara, con tornillos M4 de 20 mm, por encima de la mufla. De acuerdo a la densidad del material seleccionado la parte superior de la mufla, que es la que hará el movimiento tendrá un peso aproximado de 1Kg.

Los orificios que se hicieron en la parte frontal de la mufla superior tienen el propósito de permitir la conexión de dos acoples rápidos hidráulicos de 1" para el ingreso del líquido para el lavado y la extracción de la cera.

En resumen el mecanismo a usar consta de los siguientes elementos:

- Un (1) actuador neumático
- Dos (2) acoples rápidos hidráulicos
- Mangueras neumáticas
- Mangueras hidráulicas para

líquidos a altas temperaturas. La unión de la mufla con el mecanismo es la que se observa en la figura 8.

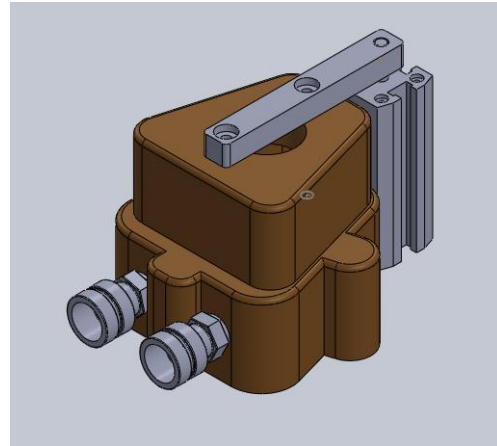


Figura 9. Ensamble mecanismo

4.3. Simulación software

El software utilizado para la simulación fue el Automation Studio versión 5,2. Por claridad se divide la simulación en tres partes. La primera parte muestra los circuitos neumáticos e hidráulicos propuestos.

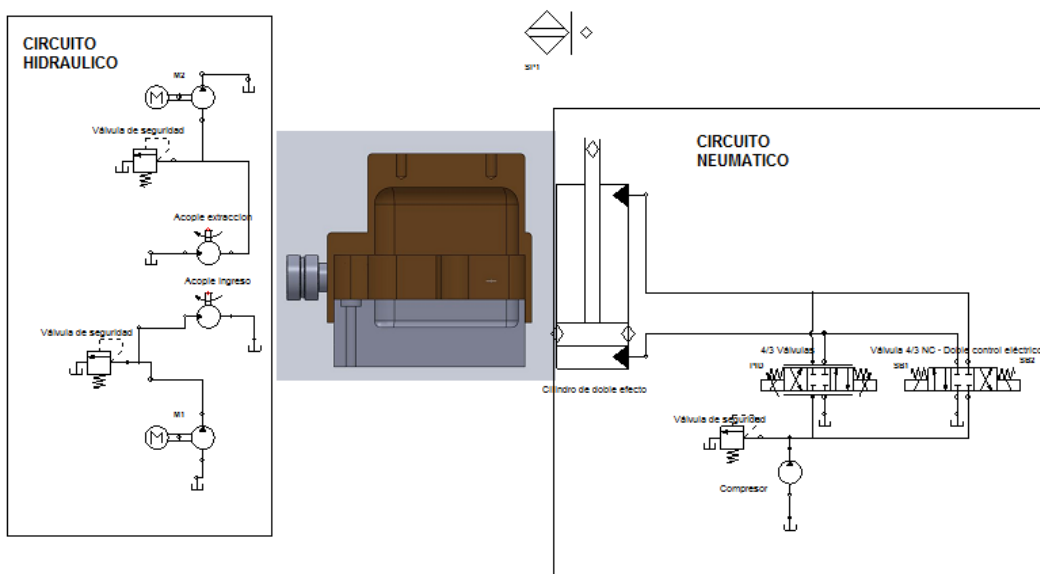


Figura 10. Circuitos neumático e hidráulico

Entre los elementos de la figura 10 en la parte neumática la válvula 4/3 vías de la izquierda es a la que se le calcula un control PID encargado de garantizar que la distancia desplazada por el embolo sea la requerida para el proceso, como sistema de realimentación el pistón debe contar con sensor de posición para esta tarea.

La segunda parte que se enseña en la figura 11, muestra la distribución de entradas y salidas digitales a implementar en el relé programable a usar.

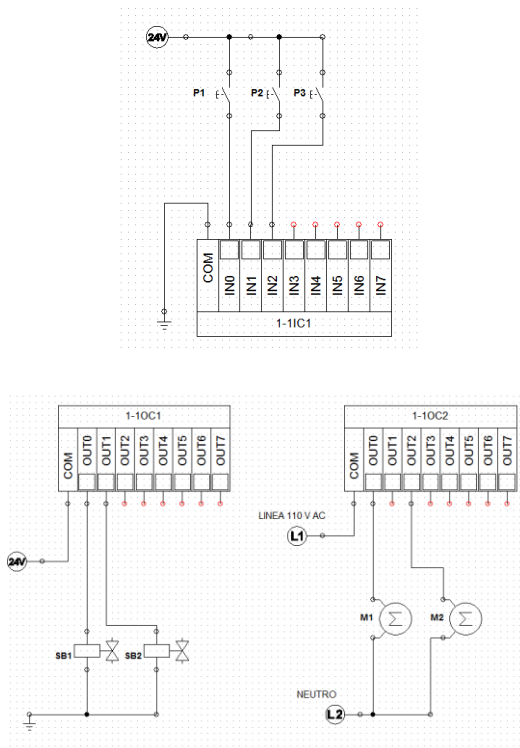


Figura 11. Arriba: Tarjeta entradas digitales. Abajo: Tarjeta de Salidas digitales

Los pulsadores P1 y P2 sirven para bajar y subir el embolo en modo manual respectivamente, el pulsador P3 iniciara la secuencia de operación, que tiene los siguientes pasos:

- Ubicación de la mufla superior a 1 cm de la base, controlado por PID.
- Tras 5 segundos encendido de la bomba de ingreso de mezcla con limpiador y agua a 80 °c.
- 5 segundos después, encendido de bomba de extracción de cera-parafina y agua inyectada.
- Después de 5 minutos de lavado, el embolo saldrá en su totalidad, dándole la opción al usuario de observar la calidad del lavado, y en caso de no ser satisfactoria con el pulsador P3 se vuelve a iniciar el ciclo automático.

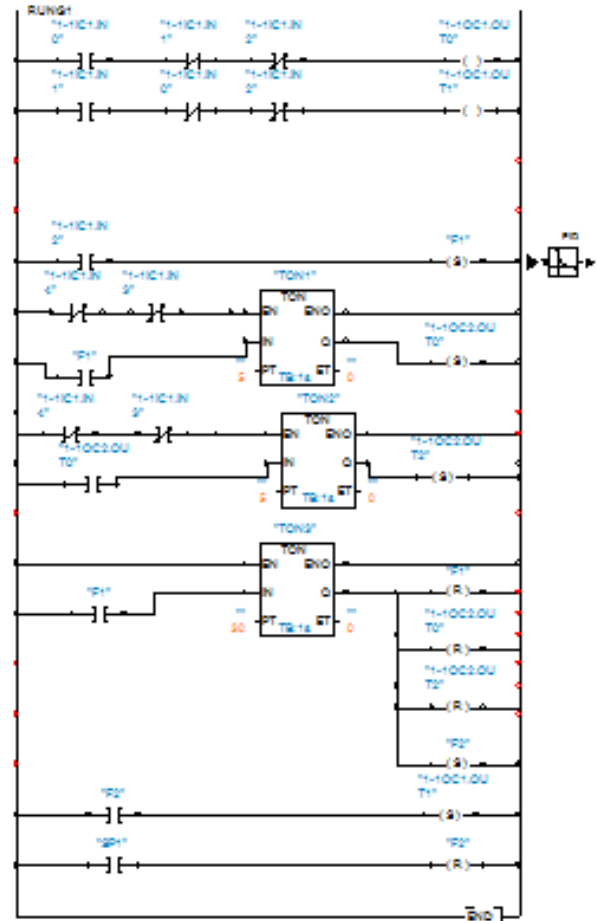


Figura 12. Lógica en lenguaje LADDER

La figura 12 (tercera parte de la simulación) muestra la lógica usada, en lenguaje Ladder, para lograr la secuencia de operaciones propuesta.

El plano de total de la simulación se encuentra en los anexos.

4.4. Hardware a usar

Basados en las necesidades del mecanismo los elementos a usar son:

Relé programable: Con mínimo 2 salidas digitales AC y dos DC, tarjeta de entrada con mínimo 3 slots. Para este equipo se elige el EASY RELE marca EATON® que cumple los requisitos propuestos.

Actuador Neumático: Debe ser de doble efecto, de un largo entre cinco (5) y seis (6) cm, con la capacidad de mover una carga entre uno (1) y dos (2) Kg. Para este elemento se elige el actuador de FESTO® referencia ADN-12-5-A-P-A.

Electroválvula: El dispositivo sobre el cual se hace el control, se emplea una electroválvula 4/3 NC con doble control eléctrico retorno por muelle en ambos sentidos, funcionamiento a 24 V. Para este elemento se elige el modelo E-60 de la compañía DISUMTEC®.

Compresor. Compresor con una capacidad de compresión de 7 Mpa, para este elemento no se escoge uno específico ya que se puede adaptar cumpliendo el mínimo necesario de compresión, se debe tener en cuenta que el acoplamiento con el actuador neumático escogido es con rosca M5.

Bombas hidráulicas: Las bombas hidráulicas deben tener como características necesarias la capacidad de

trabajar a una presión de 0,7 Mpa, con un flujo de 60 litros por hora, tensión nominal de 24V. Para esta tarea se eligió la bomba marca Vktech® modelo 0142 YB-12-6.

Sensor inductivo: Para hacer el control en el punto máximo de recorrido del embolo se elige el sensor de FESTO® modelo SIEN-M5B-PS-K-L.

Acoples rápidos hidráulicos: Para el mecanismo son necesarios dos (2), deben ser de ½ pulgada soportar temperaturas entre los ochenta (80) y los ciento veinte (120) grados Celsius.

Mangueras: Las mangueras en el extremo de conexión con el actuador neumático deben tener un acople con rosca externa M5 y soportar una presión de 7 MPa. Para las mangueras hidráulicas están serán de ½" soportar una presión de 0,7 Mpa y temperaturas hasta de ciento veinte (120) grados Celsius.

5. CONCLUSIONES

Del diseño logrado se pueden tener las siguientes consideraciones, primero se logró identificar los elementos necesarios para la construcción de un mecanismo automático para la limpieza de muflas en aplicaciones dentales, estos elementos son en su totalidad son de fácil acceso en el mercado, haciendo a un lado los costos, como lo son el relé programable las electroválvulas y la bomba, y algunos son de uso común para aplicaciones hidráulicas y neumáticas como lo son los acoples y mangueras, lo que indica que para la implementación

del prototipo, conseguir las piezas del mecanismo no implica mayor dificultad. Segundo las observaciones del funcionamiento se hicieron en base a una simulación, simulación que ayudo a modificar durante el proceso de creación los diseños iniciales, garantizando que las piezas sean las indicadas pero dejando como toda simulación los obstáculos y oportunidades de aprendizaje que se presentan al momento de hacer el ensamble con las piezas físicas e interactuar con dispositivos de diferentes marcas. Con respecto de las marcas a nivel de dispositivos neumáticos e hidráulicos se tiene que tener presente en todo montaje la posibilidad de tener incompatibilidades en cuanto estándares de medida, incompatibilidades presentes de sobremanera en los diámetros de los acoples y los tipos de roscas, características primordiales para lograr un buen acoplamiento y garantizar que no hayan escapes de fluidos.

Como explica el cuerpo del artículo, la operación a automatizar, le toma a un operario unos diez (10) minutos, con la solución propuesta el tiempo empleado seria de tres (3) minutos, lo que con lleva a un aumento de producción del 300%, un aumento relevante y a tener en cuenta, y si se observa este dato netamente desde el ámbito de productividad la solución es adecuada, además que la implementación del mecanismo por cómo está diseñado solo necesita una persona para su operación y monitorización, otro dato no menor a tener en cuenta. Ahora colocando la lupa en el aspecto económico las ganancias dejan de ser tan tentadoras, esto debido a que los elementos a usar en el

mecanismo suman una inversión considerable, teniendo en cuenta que en el método tradicional se emplea una olla con agua caliente, detergente y un cepillo de dientes. Pero aun así la reducción de tiempos y de personal implicado en tarea son elementos a considerar para el laboratorio que emplee esta solución para este proceso en particular.

Para finalizar hacer hincapié en que para dar un visto bueno definitivo del diseño se debe implementar el prototipo del mecanismo, en el que se pueda observar la calidad de la limpieza que en últimas es el fin definitivo del diseño.

BIBLIOGRAFIA

Ogata, Katsuhiko. (1998) Ingeniería de Control Moderna. 3ª edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.

Smith, William F (2004). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales. 4ª edición. McGraw Hill.

Gutiérrez Ramírez, Humberto H (2010). AUTOMATIZACION INDUSTRIAL: Teoría y Laboratorio. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

Enrique, C., Suárez, C., & Calderón, J. E. Z. (2011). Resinas acrílicas Acrylic resin.

Kamali. (2008). Denture flask compress tool and process, 2(12).

Kassim, N. (2012). New technique of producing removable complete denture using rapid tooling approach, (June).

Kunwarjeet Singh, & Gupta, N. (2012). Injection Molding Technique for Fabrication of Flexible Prosthesis from Flexible Thermoplastic Denture base Materials, 3(December), 303–307. <http://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1178>

Odontología, F. De, & Rodríguez, C. D. F. M. (2008). 2008.

Rodriguez, R. R. (2010). PROTESIS DE NYLON , UN FUTURO MUY PRESENTE.

Fonollosa, Jose Maria, (2014) *PROTESIS COMPLETAS. SOBREDENTADURAS Y PROTESIS HIBRIDAS*, Barcelona, España. Ediciones Especializadas Europeas S.L.