

T
621.5
L00c



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica

**"Construcción de Unidades Dentales
Neumáticas"**

Informe Técnico

Previa a la obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

JAIME EDMUNDO LOOR DEMERA

Guayaquil - Ecuador

1991

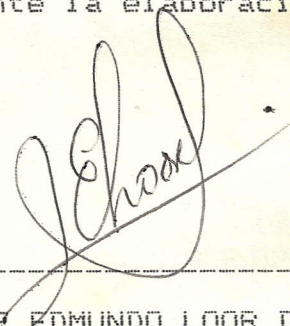
AGRADECIMIENTO

Al Ing. ERNESTO MARTINEZ, Director
de Informe Técnico, por su valiosa
y desinteresada ayuda para la
elaboración del presente informe.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este INFORME , me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

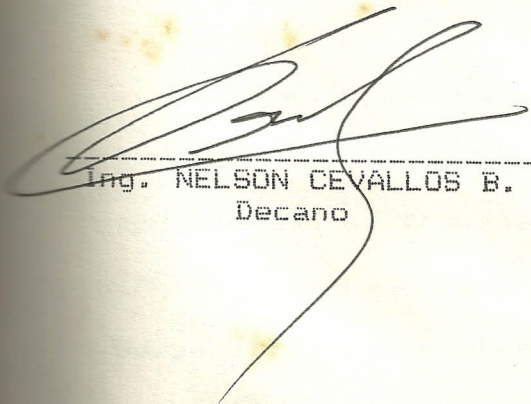
(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informe Técnico).



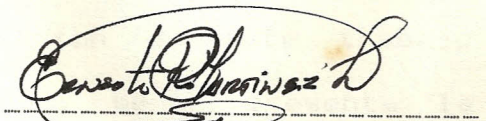
JAIMÉ EDMUNDO LOOR DEMERA

DEDICATORIA

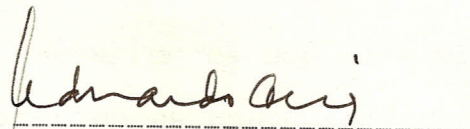
A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MI ESPOSA
A MIS HIJOS



Ing. NELSON CEVALLOS B.
Decano



Ing. ERNESTO MARTINEZ
Director de Informe



Ing. EDUARDO ORCES F.
Miembro del Tribunal

ANTECEDENTES

El motivo principal para la elaboración de este trabajo surge, cuando al egresar de la ESPOL, se me presenta la oportunidad de trabajar en la empresa alemana INTERMED EXPORT IMPORT, empresa que había vendido a la Universidad de Guayaquil, entre otros equipos alrededor de sesenta unidades odontológicas y que precisamente se estaban montando.

Esto me da la oportunidad de conocer a fondo el funcionamiento de una unidad dental y a la vez de comparar estas unidades con otras más sencillas que poseen profesionales odontológicos y que requerían que se les dé mantenimiento.

Con el conocimiento posterior de que para el profesional en Odontología, la adquisición de una unidad dental, herramienta básica para su desarrollo profesional, era el primer obstáculo que debía sortear, por su elevado costo, hace que comience a analizar cómo desarrolla su vida profesional.

Muchos instalan su consultorio con una herramienta de aprendizaje, por su versatilidad y bajo costo, que es necesario obtenerla desde el tercer año de estudios, unidad dental que origina el movimiento de la fresa, por el acoplamiento de un motor y poleas hasta el eje de la pieza de mano.

Esta unidad tiene muchas desventajas, debido a que es necesario trabajar una pieza dental con paradas frecuentes, para el enfriamiento y esto influye en un desarrollo inadecuado de su profesión, el uso de una unidad dental con turbina hace que el trabajo del profesional sea más fácil, menos doloroso para el paciente y en muchos casos mejor remunerado.

En otros casos los Odontólogos compran una turbina dental, que se analizará posteriormente y la acoplan unos con compresores de tipo industrial que presentan el inconveniente de que el ruido que producen hace sufrir al paciente desde que ingresa a la sala de espera, o también se acopla esta turbina a un compresor construido partiendo de un compresor de refrigeración.

De aquí que nace la idea de que una unidad dental completa (compresor y turbina) podía construirse localmente en base a lo descrito anteriormente y que esta debía de estar al alcance económico de la mayoría de los Odontólogos.

Comenzando a visitar los locales destinados a la venta de equipos odontológicos para auscultar las necesidades y proceder a la construcción de los demás elementos que se necesitaban a partir de éstos, se realizan las pruebas necesarias, con la ayuda de profesionales en Odontología, y posteriormente diseño los sistemas neumático e hidráulico y la construcción de la Unidad.

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
ANTECEDENTES	5
INDICE GENERAL	8
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE TABLAS	11
CAPITULO I	12
DESCRIPCION DE UNA UNIDAD DENTAL	
1.1 Descripción del proceso Odontológico	12
1.2 Componentes de una Unidad	16
1.3 Tipos de Unidades	20
CAPITULO II	23
DISEÑO DE LA UNIDAD DENTAL NEUMÁTICA	
2.1 Diseño de la Unidad	23
2.2 Diseño del sistema neumático	29
2.3 Diseño del sistema de enfriamiento	37
2.4 Selección del compresor	47
CAPITULO III	52
CONSTRUCCION Y MONTAJE	
3.1 Construcción y adquisición de los componentes	52
3.2 Construcción del armario	61
3.3 Montaje de las piezas	62
3.4 Pruebas y ajustes	63

CAPITULO IV

64

ANALISIS DE COSTOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

68

APENDICE

69

BIBLIOGRAFIA

72

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. DIENTE A REPARAR	13
2. DIENTE PREPARADO	14
3. DIENTE REPARADO	14
4. PIEZA DE MANDO O TURBINA	17
5. JERINGA TRIPLE	18
6. UNIDAD ACCIONADA POR UN MOTOR ELECTRICO	21
7. DISTRIBUCION DE UN CONSULTORIO DENTAL	24
8. TURBINA DENTAL	28
9. FRESADORA DE ANGULO O ESCUADRA	30
10. FRESADORA RADIAL	30
11. VALVULA REGULADORA DE CAUDAL	35
12. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE AIRE	36
13. RESERVORIO DE AGUA SIN PRESION	38
14. RESERVORIO DE AGUA PRESURIZANDOSE	38
15. RESERVORIO COMPLETAMENTE LLENO	39
16. RESERVORIO ENVIANDO AGUA AL SERVICIO	40
17. SISTEMA HIDRONEUMATICO	41
18. RESERVORIO DE AGUA INTRODUCIENDO AIRE COMPRIMIDO	42
19. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE AIRE CON UNA VALVULA ELECTRONEUMATICA	44
20. DIAGRAMA DEL SISTEMA AGUA-AIRE DE LA UNIDAD DENTAL	46
21. PRUEBA DE FLUJO	50

INDICE DE TABLAS

	<u>Pág.</u>
I. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS FRESADORAS RADIALES	32
II. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS FRESADORAS DE ANGULO O ESCUADRA	33
III. TAMANO Y TIPO DE MAQUINA PARA OPTIMO SERVICIO	49
IV. COSTO DE UNIDADES EN TRES CASAS COMERCIALES (S/.)	65
V. COSTO DE FABRICACION POR PIEZAS DE LA UNIDAD (S/.)	66

CAPITULO I

DESCRIPCION DE UNA UNIDAD DENTAL

1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO ODONTOLOGICO

Se comienza a describir un proceso odontológico analizando únicamente el principio mecánico que se requiere para la realización del proceso.

El objetivo principal es la reparación de las piezas dentales (dientes) que se encuentran careadas o en mal estado.

Esta reparación se la logra extrayendo la parte mala y reponiéndola con productos químicos que se distribuyen para tal propósito.

La extracción de la parte en mal estado, es el proceso mecánico en el que nos vamos a ocupar, esto se realiza con pequeñas fresas que a través del impulso que es generado por un sistema de aire comprimido, giran a

grandes velocidades hasta conseguir extraer la caries y tallar además al diente de manera que el producto que va a reemplazar a la placa dental extraída, pueda agarrarse y no se salga con facilidad.

En la Fig No. 1 apreciamos un diente que se va a reparar.

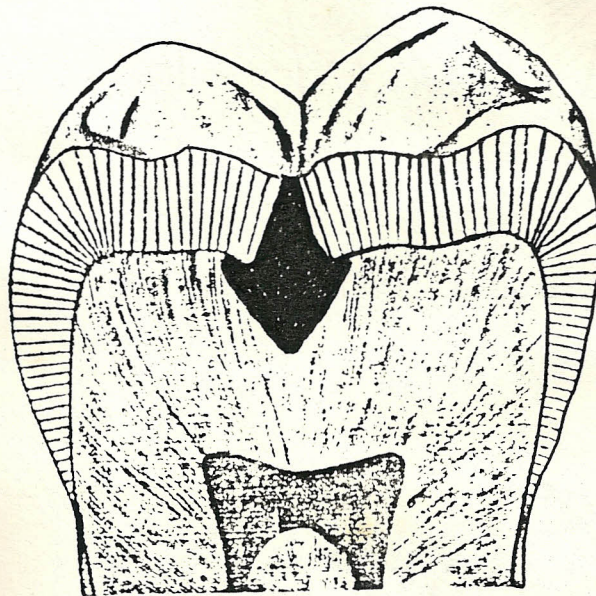


Fig. 1 Diente a reparar

En la Fig No. 2 se puede ver el mismo diente cuando ya se le ha extraído la parte mala y además debemos notar que se lo ha preparado para que el producto químico pueda agarrarse al diente, proceso que se lo observa mejor en el esquema que ilustra la Fig. No. 3.

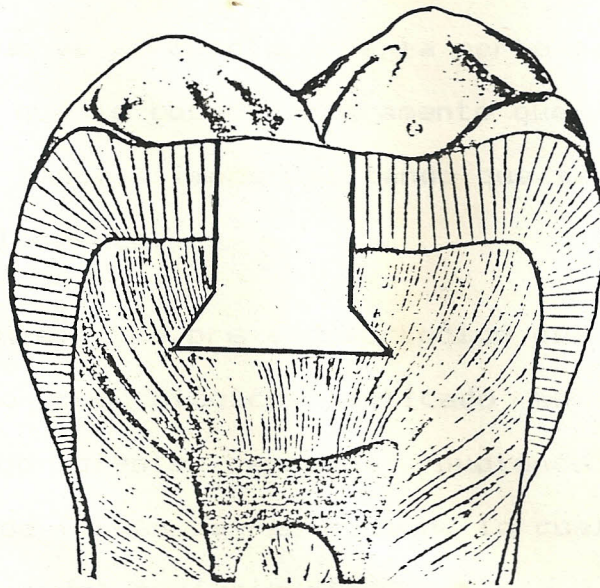


Fig. 2 Diente preparado

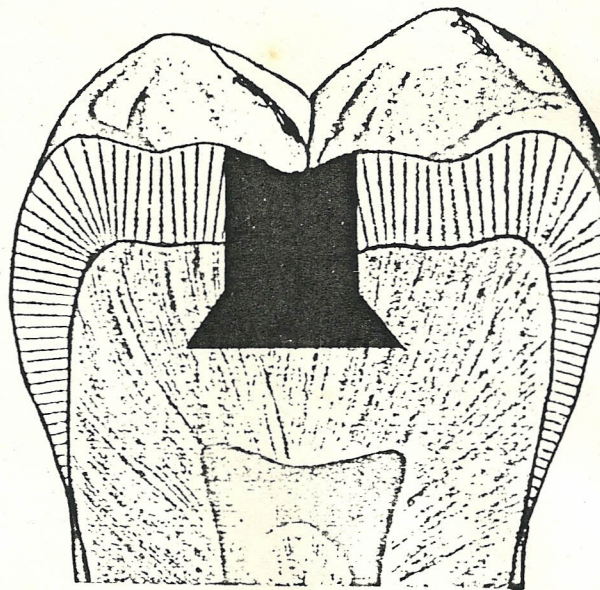


Fig. 3 Diente reparado

En esta ilustración la parte sombreada es el producto químico que va a reemplazar a la parte mala del diente y en el que se observa claramente que se introduce hacia los lados, imposibilitando que se pueda salir perpendicularmente.

Esto es pues, una breve descripción del mecanizado de un proceso odontológico, aplicado en este caso a reparar un diente careado, pudiendo presentarse infinidad de formas de reparación, lo cual se logra con la habilidad del profesional.

1.2 COMPONENTES DE UNA UNIDAD

Una unidad dental se la puede encontrar en el comercio en modelos muy variados y con aditamentos electrónicos que son capaces de detectar cuando una pieza dental está infectada, describir sus componentes sería algo un tanto complicado, de tal forma que se va a describir los componentes elementales que requiere la unidad dental motivo de este informe, de la manera más concreta.

- Compresor de aire
- Pieza de mano o turbina
- Jeringa triple
- Regulador de aire

1.2.1 El compresor.- El compresor de una unidad dental neumática, juega el papel más importante en la unidad, ya que es el que genera el aire comprimido que produce la fuerza capaz de hacer girar una turbina que acoplada a una fresa desgastará la pieza dental que se quiere reparar.

Se debe añadir también que en muchos consultorios se instalan compresores industriales, que generan gran cantidad de

ruido, lo que en muchos casos es motivo para que el paciente abandone el consultorio, dado que el ruido altera su sistema nervioso, y los que se hacen tratar en muchos casos, demuestran estar muy tensos y ello obliga a un trabajo más árduo del odontólogo.

1.2.2 Pieza de mano o turbina. La pieza de mano (Fig No. 4) en realidad es una fresadora neumática.



Fig. 4 Pieza de mano o turbina

La fresa se monta en el eje de una turbina que se mueve debido a la acción del aire comprimido, la que se encuentra en el extremo de la pieza de

mano que se introduce en la boca del paciente.

Las revoluciones de la fresa dependen de la cantidad o flujo de aire que llegue a la turbina.

1.2.3 La jeringa triple.- Es el componente de la unidad que le permite al odontólogo lavar las piezas dentales y en otros casos secarlas. Se trata pues, de una herramienta que permite el paso de aire, agua o de ambas a la vez (Fig. 5).



Fig. 5 Jeringa Triple

1.2.4 El regulador de Flujo.- El regulador de flujo, es en realidad una llave de paso de aire, que debido a la presión que recibe del pié del Odontólogo, permite un mayor o menor flujo de aire y a su vez que la turbina aumente o disminuya su velocidad.

1.3 TIPOS DE UNIDADES

En el mercado ecuatoriano se encuentra distintas marcas de unidades dentales, todas ellas accionadas por fuerza neumática, de tal forma que se puede nombrar como unidades neumáticas, y a la vez se encuentran las unidades de aprendizaje que son unidades accionadas por un motor eléctrico de muy altas revoluciones y que transmite el movimiento a la fresa por medio de una banda. Para el motivo de este informe se clasificará a las unidades como neumáticas y eléctricas.

1.3.1 Unidad accionada por un motor eléctrico.- La unidad accionada por un motor eléctrico (Fig. No. 6) es conocida como micromotor, generalmente se la usa como unidad dental de enseñanza-aprendizaje, consta principalmente de un motor eléctrico de alta velocidad (35.000 rpm) y el movimiento de la fresa lo transmite por medio de una banda elástica, acoplada a un sistema de brazos articulados que permiten al Odontólogo el movimiento correcto.

La velocidad del motor es regulada por medio de un reostato que es impulsado por el pié de Odontólogo. Esta unidad es muy usada en nuestro medio, por varias razones, entre ellas:



Fig. 6 Unidad accionada por un motor eléctrico

- a. Es muy económico
- b. Todo profesional la ha usado y en muchos casos, el 90% la posee
- c. La puede llevar a cualquier lugar por su versatilidad

Esta unidad ofrece también desventajas, debido a que su movimiento es limitado por los brazos articulados, hay que trabajar con paradas muy frecuentes para enfriar la pieza dental, las fresas para este tipo de unidad son más grandes entre otras.

1.3.2 Unidad accionada neumáticamente

Una unidad accionada neumáticamente presenta muchas ventajas en relación a la anterior, ya que puede alcanzar mayores revoluciones en la fresa, se puede trabajar casi sin paradas, debido a que aprovecha el sistema neumático para incorporar un sistema de enfriamiento, y la pieza que se está reparando no se calienta demasiado.

La pieza de mano es introducida con facilidad en la boca del paciente, ya que el aire es conducido por medio de mangueras plásticas flexibles que permiten el movimiento fácil de la pieza de mano, como manejar un lápiz al escribir.

CAPITULO II

DISEÑO DE UNA UNIDAD NEUMÁTICA

2.1 DISEÑO DE LA UNIDAD

Para el diseño de la unidad se consideran aspectos muy importantes en Odontología, como el concerniente al consultorio Odontológico, estudios de investigadores que dió como resultado el "AIRDOR", la primera turbina impulsada por una corriente de aire a una presión constante de 30 lbs./pulg² que sostiene la fresa directamente en su eje hueco, estudios realizados sobre el calor friccional y la refrigeración necesaria para que este calor no afecte al paciente entre otros.

2.1.1 Descripción de aspectos considerados

a. CONSULTORIO ODONTOLÓGICO.-

Se denomina habitualmente consultorio odontológico al lugar de trabajo del Odontólogo.

Esta denominación se aplica indistintamente no sólo al ambiente donde están instalados los equipos dentales y se desarrolla la mayor actividad, sino también a todos los locales anexos necesarios para una práctica profesional eficiente. Con el fin de aclarar conceptos se detalla los distintos locales que integran un consultorio (Fig. No. 7).

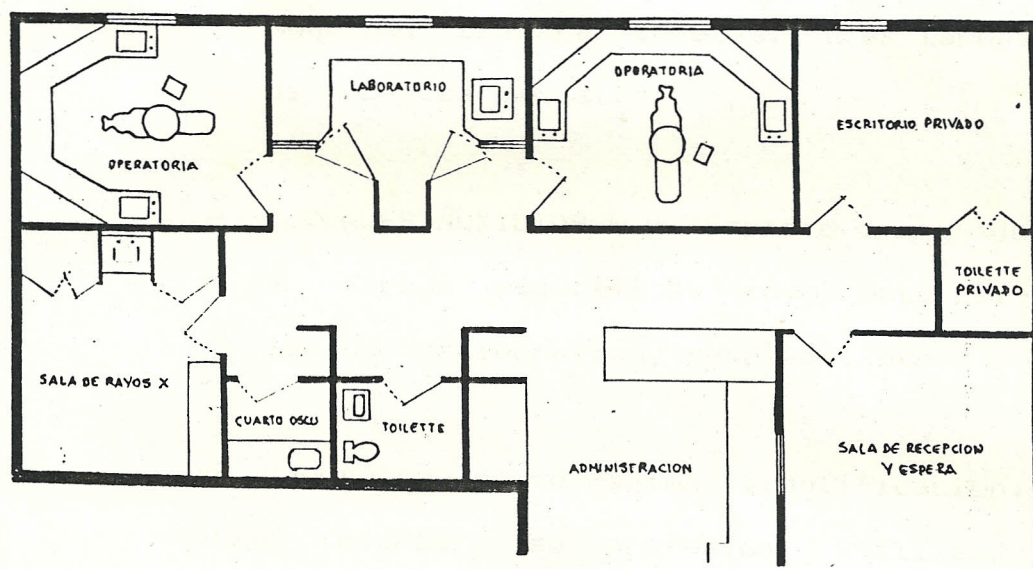


Fig. 7 Distribución de un Consultorio Dental

- SALAS OPERATORIAS.- Local donde están ubicados los equipos dentales.
- SALA DE RECEPCION.- Local donde esperan los pacientes.

- SECRETARIA.- Local destinado a la parte administrativa del consultorio.

- ESCRITORIO.- Local destinado exclusivamente a profesional, para redactar recetas, para conversar privadamente con el paciente, mantenimiento de tarjeta, etc.

- TALLER.- Local destinado a llenar modelos, preparar cubetas, hacer tareas de mecánica dental.

- LOCALES AUXILIARES.- Espacio destinado a tareas específicas como esterilización, radiografías, revelado, etc.

Un Odontólogo en su máxima simplificación, puede ejercer su profesión utilizando solamente dos locales: OPERATORIA y RECEPCION. Este espacio generalmente es de unos $20-30 \text{ m}^2$, distribuyéndose entre $6-9 \text{ m}^2$ recepción y $14-21 \text{ m}^2$ en operatoria.

b. AIROTOR

En el año de 1956, en los Estados Unidos, un equipo de investigadores en la búsqueda de una turbina que trabajara con aire y que lleve en su eje la fresa, presentó el airotor, una pieza de mano (TURBINA) impulsada por una corriente de aire de 30 lbs./pulg² de presión que requeriría de un volumen de aire de 28 a 42 litros por minuto (1 - 1,5 pies cúbicos por minuto). Este es el tipo de turbina que se usa en la actualidad, y que se tomó como referencia para este estudio.

c. CALOR FRICCIONAL

La energía cinética de la fresa o piedra impulsada a gran velocidad al chocar contra el diente se transforma en gran parte, en calor, este calor friccional está en relación directa con la presión de corte y la velocidad de rotación.

El calor friccional tiene relación con la producción de dolor en el paciente, por aumento de temperatura en el diente, de aquí

que se preconizó el uso de refrigeración acuosa a fin de evitar el recalentamiento del diente.

A partir de esto se realizaron muchos estudios, surgiendo como resultado el empleo de un volumen mínimo efectivo de agua para operar sin peligro de 60 cc. para rocío de aire y agua.

Debido a estas consideraciones, la unidad dental debía de ser portátil, ocupar poco espacio físico, poseer un depósito pequeño de agua, poseer una estructura como una mesa de trabajo, albergar en su interior el compresor de aire con todos sus componentes y en su parte externa, presentar la turbina y jeringa triple con sus mangueras de abastecimiento de aire y agua.

Con lo que se llega a dimensionar como un mueble de 1 m. de altura con un volumen interior de 0.25 m^3 , considerando el volumen del tanque receptor de aire, el compresor y el tanque de agua que deben distribuirse, de tal forma que su ubicación sea fácil (Fig. No. 8).



Fig. 8 Turbina Dental

2.2 DISENO DEL SISTEMA NEUMATICO

La neumática es la ciencia que trata de las propiedades del aire comprimido y su uso como fuente de poder se ha extendido mucho en las aplicaciones industriales. Los sistemas neumáticos utilizan por lo general aire comprimido en el campo de 2 a 8 bar. con una fuerza de empuje de 3000 Kp. (29430 N.).

Estos límites son dictados por la baja eficiencia de la compresión de los gases y por el peligro de almacenar gases a alta presión.

Un sistema neumático comprende:

- a. Instalación de compresor de aire, factor importante y base del comportamiento final de la energía neumática.
- b. Grupo de válvulas que controlan la dirección del flujo y las presiones.
- c. Actuadores que sirven para la conversión de la energía neumática de presión en energía mecánica.

De aquí que, la neumática se usa en este momento para aplicaciones de mecanización en la industria.

Como por ejemplo para el accionamiento de herramientas abrasivas, ejem. tornos, taladros, fresas, etc.

Siendo la pieza de mano una fresadora neumática, es necesario conocer ciertos aspectos de las fresadoras neumáticas industriales, las cuales son una combinación de herramienta manual neumática y fresas de metal duro, con ellas es posible la mecanización por levantamiento de viruta en trabajos a pulso libre, tanto en materiales duros como en metales suaves, consiguiendo un alto rendimiento de corte; y convirtiendo el trabajo de limado en una operación económica ya que las fresas de metal duro son básicamente reafilables.

Para tener una mejor idea sobre las fresadoras neumáticas, se observan las Figuras No. 9 y No. 10.

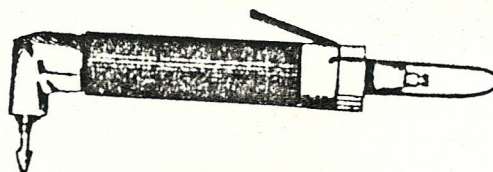


Fig. 9 Fresadora de ángulo o escuadra



Fig. 10 Fresadora Radial

Las TABLAS I y II nos muestran las caacterísticas de las mismas, de donde podemos observar que el consumo de aire de una fresadora neumática industrial varía entre $0.3 \text{ m}^3/\text{min.}$ a $0.7 \text{ m}^3/\text{min.}$ en las fresadoras radiales y entre $0.3 \text{ m}^3/\text{min.}$ a $0.9 \text{ m}^3/\text{min.}$ en las fresadoras angulares y además que la potencia requerida varía entre 0.3 y 1 Hp trabajando a 7 atmósferas de presión.

TABLA I

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS
FRESADORAS RADIALES

REVOLUCIONES/MIN.			Consumo de aire Nm ³ /min.	Potencia en HP a 7 at de presión	Peso Kg
MARCHA 1	MARCHA 2	MARCHA 3			
28.750	-----	-----	0,3	0,3	0,3
28.750	-----	-----	0,3	0,3	1,1
4.900	4.400	3.700	0,3	0,3	1,1
3.900	3.200	2.400	0,4	0,4	1,2
3.300	2.900	2.500	0,3	0,3	1,1
3.000	2.400	1.700	0,4	0,4	1,2
3.400	-----	-----	0,7	0,7	1,7
3.400	-----	-----	0,7	0,7	1,7
3.400	-----	-----	0,7	0,7	1,7

TABLA II

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS FRESADORAS DE ANGULO O ESCUADRA

REVOLUCIONES/MIN.			CONSUMO DE AIRE Nm ³ /min.	POTENCIA EN HP A 7 at DE PRESION	PESO Kg
MARCHA 1	MARCHA 2	MARCHA 3			
3.600	3.200	2.700	0,3	0,3	1,0
3.200	2.800	2.300	0,4	0,4	1,1
2.400	2.100	1.800	0,3	0,3	1,0
2.100	1.700	1.200	0,4	0,4	1,1
6.000	-----	-----	0,9	1,0	3,9

2.2.1 Cálculo del reservorio o tanque receptor.-

Para determinar el tamaño del tanque receptor de aire, se toma como referencia el manual de ATLAS COPCO.

$$\text{Volumen reservorio (pie)} = \frac{\text{Consumo en Pcm}^3}{0.9}$$

Conociendo, que el consumo de la pieza de mano

varía entre 1 - 1.5 pcm., reemplazando en la fórmula anterior el mayor consumo, el volumen del reservorio necesario será:

$$\text{Volumen reservorio (pie)} = \frac{1.5 \text{ pcm}^3}{0.9} = 1.66 \text{ pie}^3$$

Una vez establecida la capacidad del reservorio, además de los elementos de control como filtro separador de aceite presostato, válvula de un sólo paso, se debe decidir el tipo de válvula necesaria para abastecer a la fresadora.

Se debe considerar que la fresadora en su operación lo hace a distintas revoluciones dependiendo de la fresa que esté usando o si va a fresar un diente calzado o no. Esta variación

es controlada por la cantidad de aire en la admisión y como esta variación puede ser necesaria en una misma operación, la válvula que regule este flujo debe ser de fácil operación, considerando para ello una válvula reguladora de caudal que trabaje bajo presión, es decir, que cuando no se la presione, ésta regrese a su posición de cerrada. Esta válvula es esquematizada en la Fig. No. 11.

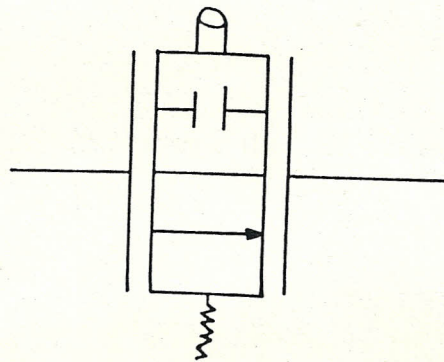


Fig. 11 Válvula Reguladora de Caudal

Controlada así la admisión de aire a la fresadora, conocido el volumen del reservorio, las válvulas que complementan el sistema neumático, el mismo queda para operación como lo muestra la Fig No. 12.

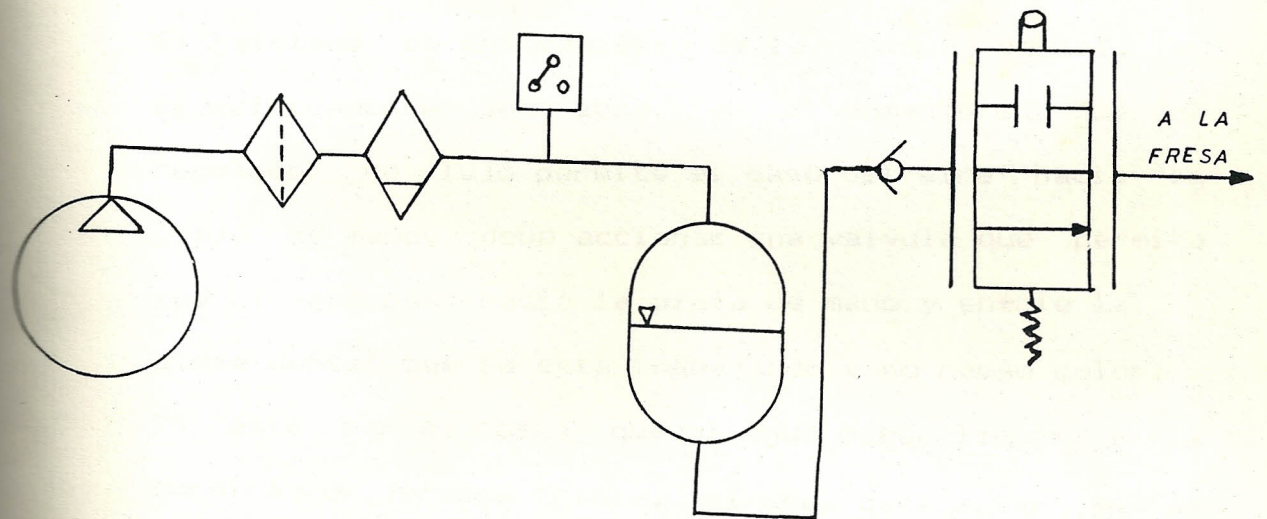


fig. 12 Diagrama del Sistema de Aire

2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento de la unidad dental, es específicamente por agua, en el momento en que el regulador de flujo permite el paso del aire hacia la pieza de mano, debe accionar una válvula que permita que el agua pase hacia la pieza de mano y enfríe la pieza dental que se está trabajando y no cause dolor.

En esta parte, para que el agua pueda llegar a la turbina o jeringa triple, el agua debe estar en el depósito bajo presión, para lograrlo se parte del principio de un sistema hidroneumático convencional.

El sistema hidroneumático se basa en el siguiente principio:

La Fig No. 13 muestra el reservorio de agua, de un sistema hidroneumático con las conexiones desde la bomba de agua y hacia el servicio, también se observa que en el recipiente hay un balón de caucho que está completamente vacío y deformado por efecto de la presión del aire 28 - 30 psi.

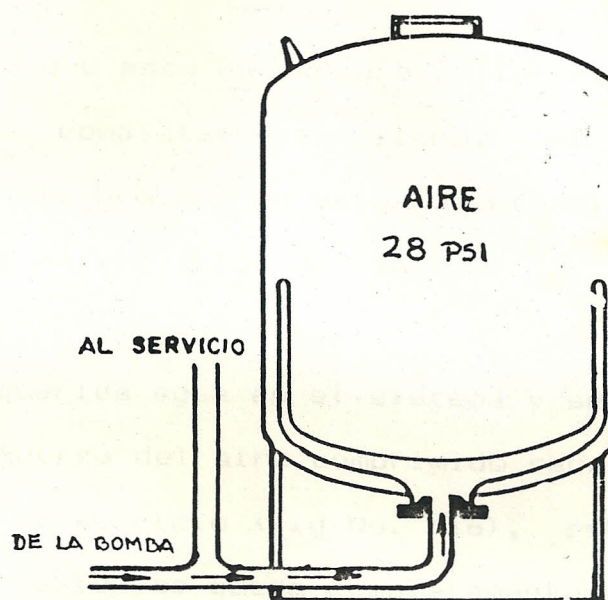


Fig. 13 Reservorio de Agua sin Presión

Cuando el agua impulsada por la bomba comienza a entrar en el reservorio, el aire alrededor del balón comienza a presurizarse (Fig. No. 14).

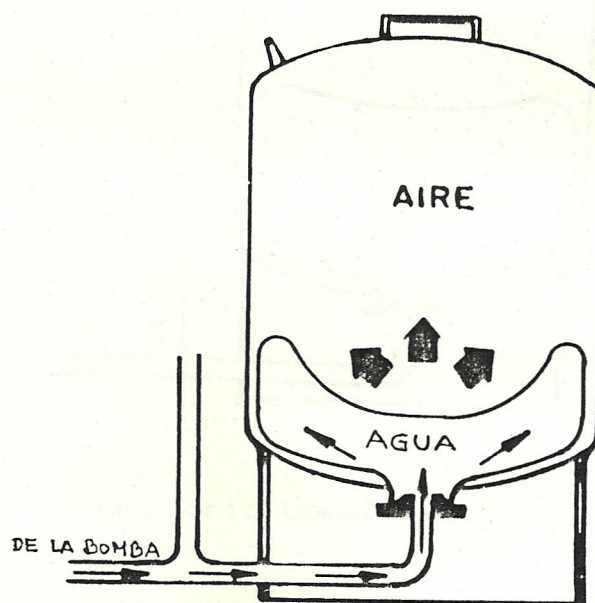


Fig. 14 Reservorio de Agua Presurizándose

Por efecto de que éste comienza a inflarse, cuando el balón está completamente lleno, el presostato desconectará la bomba y en este momento el aire estará comprimido al máximo (Fig. No. 15).

Cuando es requerida agua en el sistema y se abre alguna válvula, la fuerza del aire comprimido saca el agua del balón hacia el servicio (Fig No. 16), ésto continúa hasta que el balón se queda completamente vacío y el presostato prende nuevamente la bomba.

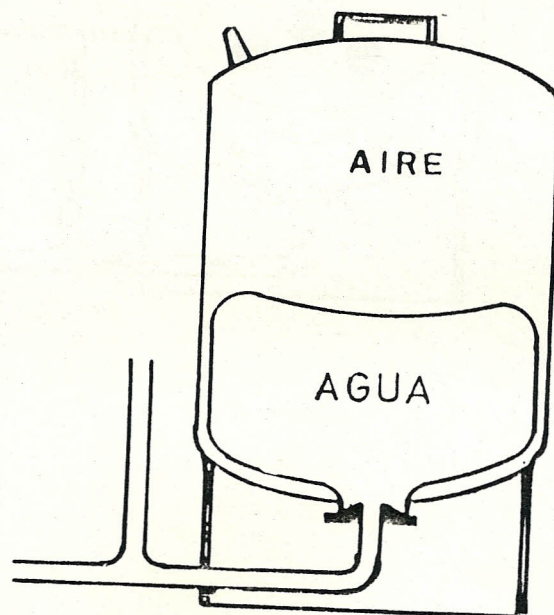


Fig. 15 Reservorio Completamente lleno

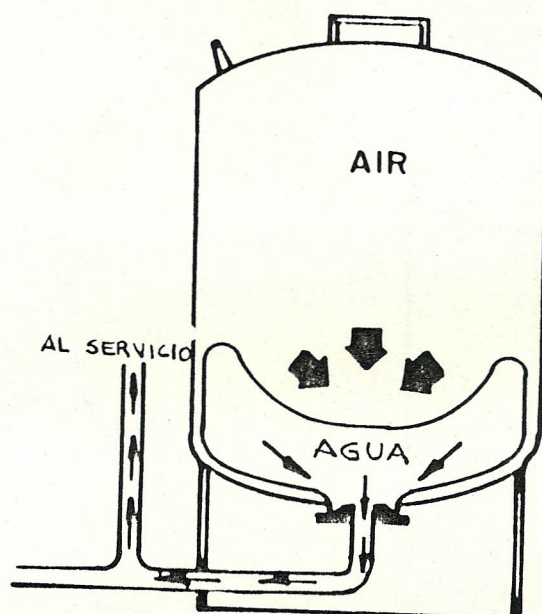


Fig. 16 Reservorio enviando agua al servicio

La Fig No. 17 nos muestra el diagrama de un sistema hidro-neumático convencional.

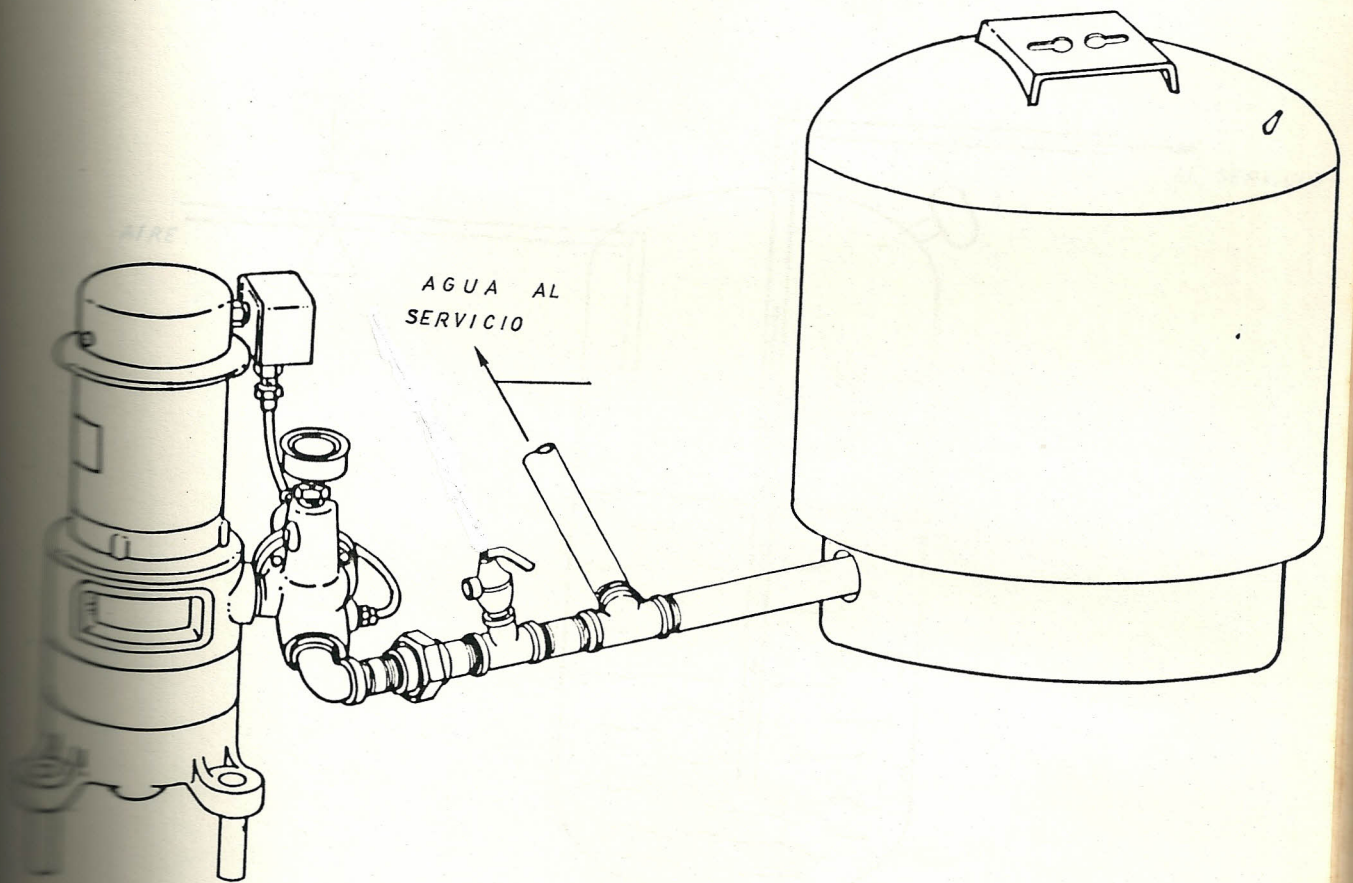


Fig. 17 Sistema Hidroneumático

Analizado así un sistema hidroneumático y considerando que la fuerza del aire comprimida es la que impulsa el agua al sistema, además que es imposible usar una bomba, se considerará el sistema hidráulico, impulsando aire a presión a un reservorio al cual anteriormente se ha introducido agua (Fig No. 18).

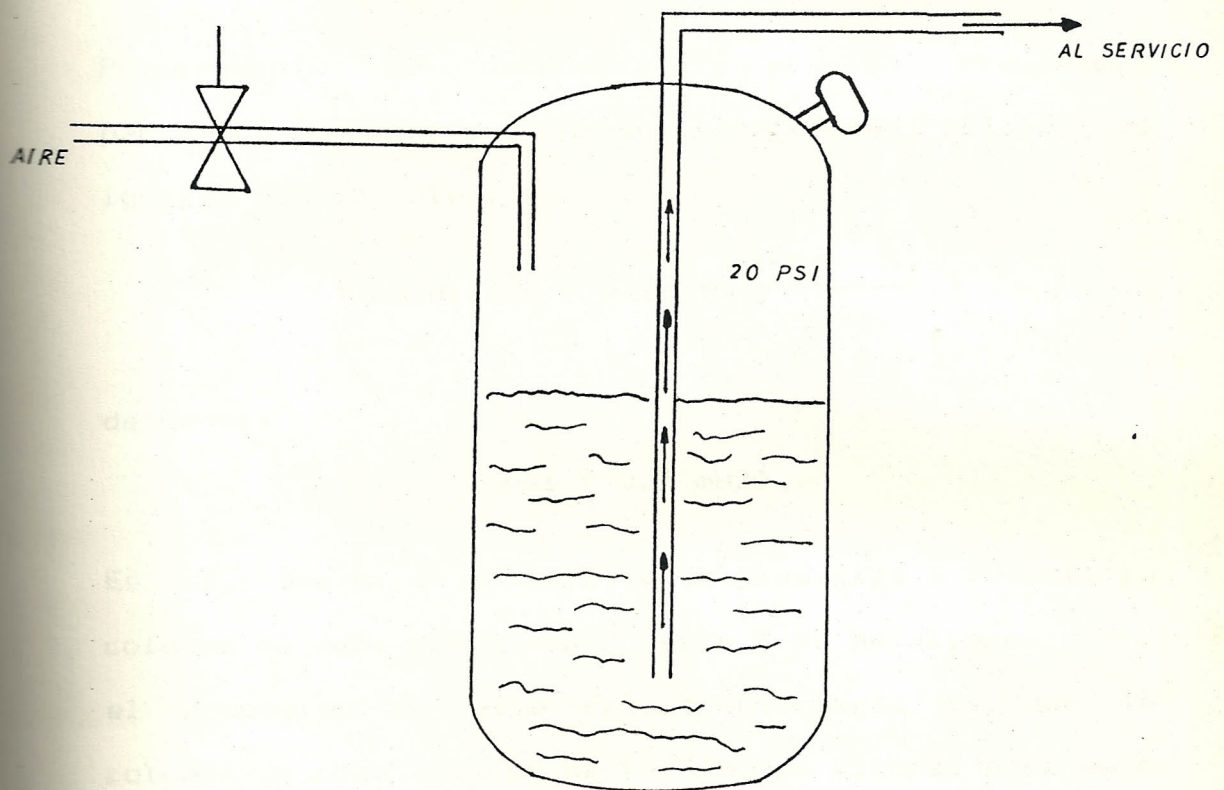


Fig. 18 Reservorio de Agua introduciendo aire comprimido

Se comienza introduciendo 20 psi por intermedio de una válvula de compuerta, obteniendo un sistema hidroneumático a 20 psi, y por consiguiente agua en el sistema.

Esta forma de presurizar el sistema hace que a medida que se consume el agua, se pierda presión, debiendo introducir una válvula reguladora, para mantener constante presión en el depósito y asegurar el suministro de agua.

Primeramente se determina la presión requerida, partiendo de que una columna de agua de 1 pulgada es igual a $5.2 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^2}$.

$$1 \text{ pulg. H}_2\text{O} = 5.2 \frac{\text{lbs.}}{\text{pie}^2}$$

de donde:

$$1 \text{ psi} = 0.7 \text{ mH}_2\text{O}$$

Es así, que si el sistema se lo presuriza a 10 psi, la columna de agua puede subir hasta 7 m. de altura. Para el propósito de este trabajo suficiente es que la columna de agua alcance hasta 3 m. de altura, para esto se necesita una presión de 4 psi.

Es necesario producir una caída de presión a la salida del reservorio de aire, para obtener un abastecimiento constante de aire al depósito de agua, y de esta forma automatizar el presurizado, lo cual se logró con la

válvula reguladora de presión.

Una vez automatizado el presurizado del sistema hidroneumático, es necesario que el suministro de agua a la fresadora se realice en el momento en que ella se encuentre operando, esto se logra colocando una válvula solenoide normalmente cerrada, en la línea de agua a la fresadora, que es accionada en el momento que el aire pasa hacia ésta y desplaza un pistón neumático y éste a su vez un interruptor eléctrico como se muestra en la Fig No. 19.

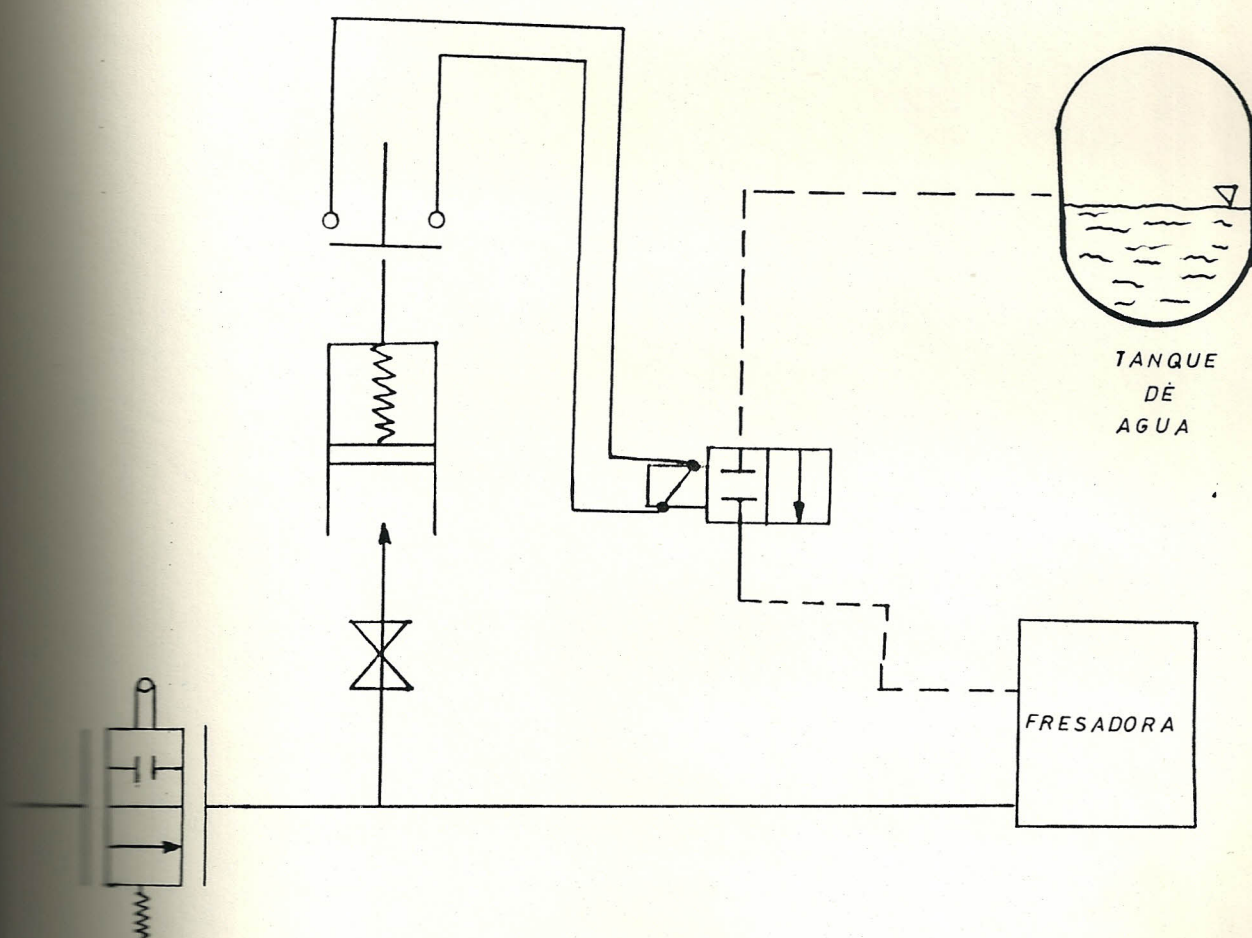


Fig. 19 Diagrama del sistema de aire con una válvula electro-neumática

Luego fue mejorado el sistema, así mismo tratando siempre de bajar los costos, introduciendo una válvula reguladora de paso que es accionada por la presión del aire que va hacia la fresadora, suprimiendo el interruptor eléctrico y el solenoide. Esto se muestra en la Fig No. 20 en la que las líneas de trazos muestran el sistema de agua y las líneas continuas el sistema de aire.

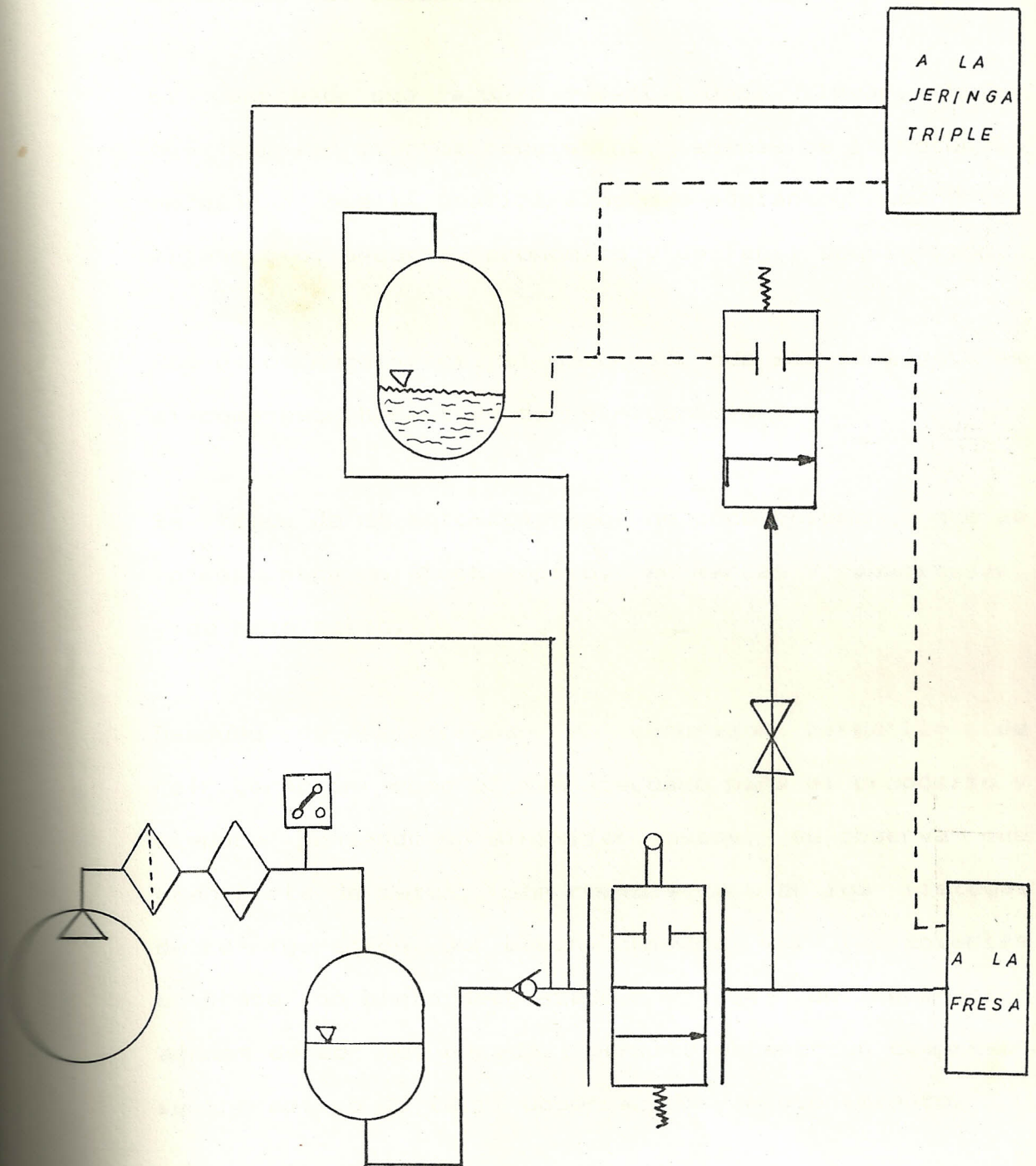


Fig. 20 Diagrama del Sistema Agua-Aire de la Unidad Dental

2.4 SELECCION DEL COMPRESOR

El compresor que la unidad dental debe llevar, tiene que cumplir ciertos requisitos, además de la potencia necesaria que la analizaremos más adelante, como ser silencioso, pequeño, económico y de fácil adquisición.

Con estos requisitos, el compresor que más se ajusta es el compresor hermético de refrigeración.

Se trata de un moto-compresor de poco volumen, que se lo encuentra en stock amplio, en marcas y capacidades, y de bajo costo.

Después de seleccionar el compresor hermético de refrigeración como el más adecuado para el propósito y siempre pensando en minimizar costos, se observa que gran parte de éstos, son reemplazados en los sistemas de refrigeración, por bobina quemada, válvulas abiertas o brazo de biela desgastado, y que su reparación además de ser muy barata, permite obtener un compresor semihermético de fácil observación y mantenimiento.

Considerando además que en una unidad dental trabaja como máximo $1/3$ del tiempo que trabaja en una unidad de refrigeración, suponiendo que un Odontólogo tenga pacientes para trabajar ocho horas continuas, además

las condiciones de trabajo son mejores, mientras en la unidad de refrigeración su trabajo hace que alcance temperaturas altas, en la unidad dental no llega a calentarse.

De aquí se procede a trabajar con compresores reparados, semiherméticos y de un bajo costo.

2.4.1 Determinación de la potencia.-

La determinación de la potencia necesaria del compresor, partiendo de tablas, para este propósito resultó impracticable ya que el consumo requerido es muy pequeño, a tal punto que estas tablas no lo consideran. Como lo podemos observar en la TABLA III, es por esto que se lo realiza de una manera experimental. Seleccionado como fue anteriormente el compresor hermético de refrigeración, adicionamos a éste una válvula de compuerta, un regulador de flujo, un manómetro y una conexión de manguera.

Se escogió 3 compresores de 1/3 HP, 1/4 HP y 1/5 HP, se hizo una prueba con cada compresor ajustando el regulador de flujo para que la presión del aire sea de 30 lbs./pulg.², y se obtuvo el flujo en litros por minuto de 55, 48 y 43 respectivamente.

TAMAÑO Y TIPO DE MAQUINA PARA OPTIMO SERVICIO

INTERCALACION Y CORTE DEL COMPRESOR (psi)	AIRE INTERMITENTE a) UTILIZADO (pcm totales)	AIRE CONTINUO b) UTILIZADO (pcm totales)	HP REQUERIDOS EN EL COMPRESOR	
			Dos etapas	Una etapa
70-100	Hasta 6.6	Hasta 1.9		1/2
	6.7 - 10.5	2.0 - 3.0		3/4
	10.6 - 13.6	3.1 - 3.9		1
	Hasta 14.7	Hasta 4.2	1	
70-100	13.7 - 20.3	4.0 - 5.8		1 1/2
	14.8 - 22.4	4.3 - 6.4	1 1/2	
	20.4 - 26.6	5.9 - 7.6		2
	22.5 - 30.4	6.5 - 8.7	2	
70-100	30.5 - 46.2	8.8 - 13.2	3	
	46.3 - 60.0	13.3 - 20.0	5	
	60.1 - 73.0	20.1 - 29.2	7 1/2	
	73.1 - 100.0	29.3 - 40.0	10	
120-150	Hasta 3.8	Hasta 1.1		1/2
	3.9 - 7.3	1.2 - 2.1		3/4
	7.4 - 10.1	2.2 - 2.9		1
	Up to 12.6	Up to 3.6	1	
120-150	10.2 - 15.0	3.0 - 4.3		1 1/2
	12.7 - 20.0	3.7 - 5.7	1 1/2	
	15.1 - 20.0	4.4 - 5.7		2
	20.1 - 25.9	5.8 - 7.4	2	
120-150	26.0 - 39.2	7.5 - 11.2	3	
	39.3 - 51.9	11.3 - 17.3	5	
	52.0 - 67.5	17.4 - 27.0	7 1/2	
	67.6 - 92.5	27.1 - 37.0	10	
145 175	Hasta 11.9	Hasta 3.4	1	
	12.0 - 18.5	3.5 - 5.3	1 1/2	
	18.6 - 24.2	5.4 - 6.9	2	
	24.3 - 36.4	7.0 - 10.4	3	
145-175	36.5 - 51.0	10.5 - 17.0	5	
	51.1 - 66.0	17.1 - 26.4	7 1/2	
	66.1 - 88.2	26.5 - 35.3	10	

Del análisis de estas pruebas determinamos al compresor de 1/5 HP como el más adecuado por las siguientes razones:

- A una presión de 30 psi da 43 p.c.m. de volumen de aire, que se encuentra en el rango que exige la pieza de mano para su operación.
- Estos compresores son los más usados en refrigeración doméstica, siendo esta una garantía de poder encontrarlos fácilmente.

La Fig. No. 21 ilustra la práctica realizada.

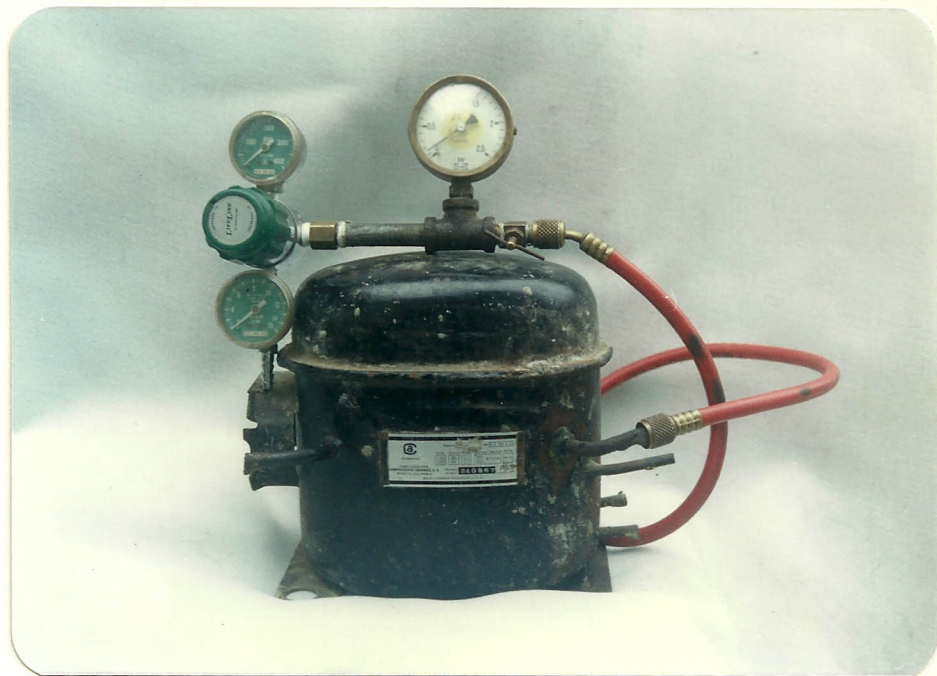


Fig. 21 Prueba de flujo

Una vez determinada la potencia del compresor se repite la práctica, adicionando una turbina dental, y se comprueba que funciona correctamente.

CAPITULO III

CONSTRUCCION Y MONTAJE

3.1 CONSTRUCCION Y ADQUISICION DE LOS COMPONENTES

Para la construcción de la unidad, en primer lugar se procederá a adquirir en los almacenes odontológicos, la pieza de mano, la jeringa triple y las mangueras de distribución que vienen estandarizadas.

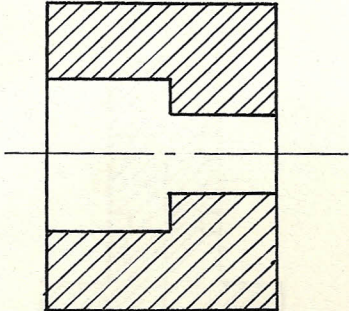
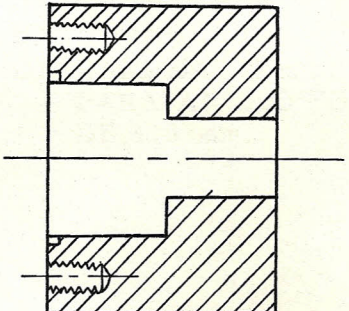
Antes de iniciar la construcción de las diferentes piezas o elementos que componen la unidad dental, es necesario disponer de lo siguiente:

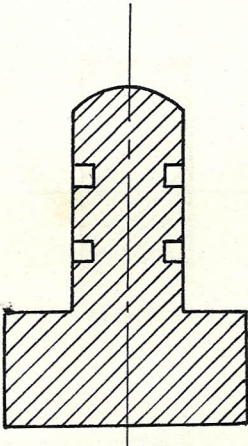
- a. Dibujo definitivo de las piezas, con dimensiones y material.
- b. Maquinaria necesaria
- c. Maquinaria disponible
- d. Producción diaria
- e. Utilajes disponibles

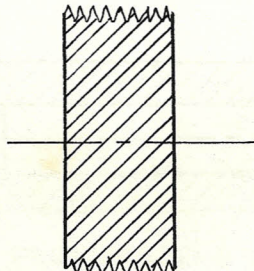
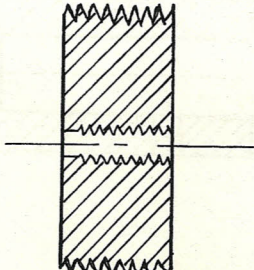
Tomando en cuenta estos puntos, se determina la maquinaria necesaria para la construcción de las piezas, tales como torno, taladro y utilajes como pié de rey, micrómetro, compás interior y exterior.

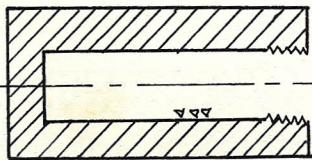
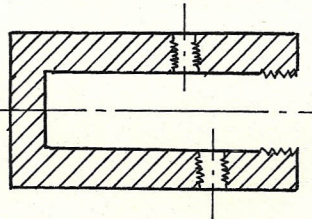
A continuación por medio de ciclos de fabricación se expresa la manera como se realiza la mecanización de los componentes.

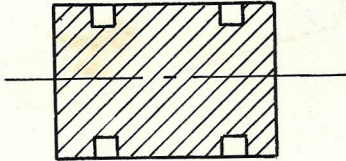
En el ciclo de fabricación se tiene que el nombre del producto para este caso es UNIDAD DENTAL, la denominación de la pieza, la cantidad o número de piezas que se construirá, el nombre del material que se emplea, el número de operarios que se necesita, nombre de la máquina a utilizarse, un croquis de la pieza a construirse con sus respectivas medidas, datos técnicos de la maquinaria cuando realiza la mecanización y el tiempo empleado.

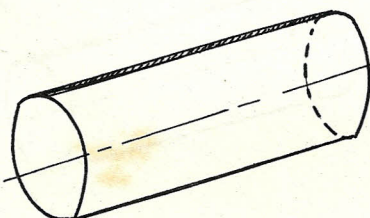
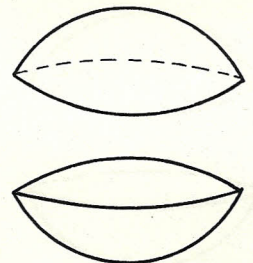
CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO : TURBINA DENTAL					
DENOMINACION DE LA PIEZA: VALVULA REGULADORA (CILINDRO)				CANTIDAD: 1	
MATERIAL: BRONCE					
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	TORNO	 <p>a) REFRENTADO b) PERFORADO CON BROCA 19 c) CILINDRO 20 d) CILINDRO A 10 RANURADO PARA SELLO CAUCHO</p>			
1	TALADRO	 <p>A) TALADRAR CON BROCA DE 5 mm. B) MACHUELO DE 6 mm.</p>			

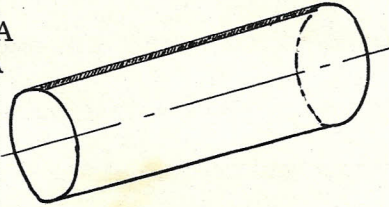
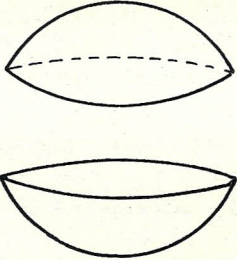
CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO :					
DENOMINACION DE LA PIEZA:		EMBOLO DE LA VALVULA REGULADORA		CANTIDAD: 1	
MATERIAL:		BRONCE			
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	TORNO	 <p>A) REFRENTAR B) CILINDRAR C) RANURAR 2 mm. PARA ANILLO "O" DE 1.5 mm.</p>	PIE DE REY CUCHILLAS	02 mm/sg.	0.5 hora

CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO : TURBINA DENTAL					
DENOMINACION DE LA PIEZA:		TAPA CILINDRO DE LA VALVULA DE AGUA		CANTIDAD:	
MATERIAL: BRONCE					
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	TORNO	 <p>A) REFRENTAR B) CILINDRAR C) ENROSCAR D) PERFORAR</p>	BROCA CUCHILLAS PIE DE REY	0.2 mm./sg.	
1	TALADRO	 <p>A) MACHUELEAR</p>	MACHUELO		

CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO :					
DENOMINACION DE LA PIEZA:		CILINDRO DE LA VALVULA DE AGUA		CANTIDAD:	
MATERIAL:					
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	TORNO	 <p>A) PERFORADO 9 mm. B) CILINDRADO 9.8 mm. C) RECTIFICADO 10 mm. D) ROSCADO A 12 mm.</p>	BROCA CUCHILLAS PIE DE REY RECTIFICADORA		
	TALADRO	 <p>A) PERFORADO B) MACHUELIADO</p>	BROCAS MACHUELO		

CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO : TURBINA DENTAL					
DENOMINACION DE LA PIEZA: EMBOLO VALVULA DE AGUA			CANTIDAD: 1		
MATERIAL: BRONCE					
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	TORNO	 <p>A) REFRENTAR B) CILINDRAR C) RANURADO</p>		0.2 mm. /sg.	

CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO : TURBINA DENTAL					
DENOMINACION DE LA PIEZA: RECIPIENTE DE AGUA			CANTIDAD: 1		
MATERIAL: PLANCHA DE ACERO 1/16"					
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	ROLADORA SOLDADORA ELECTRICA	 <p>A) ROLADO DE LA PLANCHA B) SOLDADO COSTURA LATERAL</p>			
1	PRENSA SOLDADORA ELECTRICA AUTOGENA	 <p>A) CONSTRUCCION POR PRENSADO DE LOS DOMOS SUPERIOR E INFERIOR B) SOLDADA CON PLANCHA ROLADA C) SOLDADA DE LOS NEPLOS DE CONEXION</p>			

CICLO DE FABRICACION					
PRODUCTO :		TURBINA DENTAL			
DENOMINACION DE LA PIEZA:		PULMON DE AIRE	CANTIDAD:		1
MATERIAL:		PLANCHA DE ACERO 1/16"			
No. OPERADOR	MAQUINA	DENOMINACION DE LA OPERACION Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECNICOS	TIEMPO MINIMO
1	ROLADORA SOLDADORA ELECTRICA	 <p>A) ROLADO DE LA PLANCHA B) SOLDADO DE LA COSTURA LATERAL</p>			
1	PRENSA SOLDADORA ELECTRICA AUTOGENA	 <p>A) CONSTRUCCION POR PRENSADO DE LOS DOMOS SUPERIOR E INFERIOR B) SOLDADA CON LA PLANCHA ROLADA C) SOLDADA DE LOS NEPLOS DE CONEXION</p>			

3.2 CONSTRUCCION DEL ARMARIO

Una vez construidos y adquiridos los componentes de la unidad, fue necesario definir el material para la construcción del armario, que en definitiva es el mueble que se presenta a la vista del Odontólogo, el cual, como se describió anteriormente, debía de exhibir en su parte exterior, la jeringa triple, la pieza de mano, el manómetro de control y la válvula reguladora del flujo de aire, en su interior el compresor, el depósito de agua y las conexiones de las mangueras de distribución.

Dispuesto de esta manera, el armario y dimensionado se puede confeccionar en plancha de acero o en madera, dependiendo esto en muchos casos del Odontólogo. Por la experiencia en la construcción, todos han sido construidos en madera contrachapada.

3.3 MONTAJE DE LAS PIEZAS

Una vez obtenidos todos los componentes de la unidad, se necesita montar de tal forma que éstos se encuentren lo más concentrados posible, para facilitar su inspección, evitar que con sólo abrir el armario estén al alcance de la mano, lo que podría ocasionar descalibración o mal funcionamiento.

Con estas consideraciones, la válvula de agua y los distribuidores de aire y agua se concentran en una pequeña caja hermética colocada detrás del compresor, a la cual ingresan las mangueras de agua y aire que vienen de sus respectivos depósitos y salen las mangueras que abastecen a la pieza de mano y jeringa triple.

El compresor montado sobre el reservorio de aire y el depósito de agua se ubican de modo que su inspección visual pueda hacerse con sólo abrir la tapa del armario.

3.4 PRUEBAS Y AJUSTES

Una vez montada toda la unidad se procede a conectarla a la red eléctrica, a calibrar el presostato para que el compresor prenda a 25 psi, y apague a 40 psi, calibrar la válvula reguladora de presión para que el sistema de agua se mantenga en 4 psi, ajustar las mangueras de aire y agua para que la operación sea normal.

CAPITULO IV

ANALISIS DE COSTOS

Se comienza este análisis cotizando en algunas casas comerciales dedicadas a importar material odontológico, la turbina dental más económica, así como también los componentes necesarios para que funcione, como son, compresor de aire, depósito de agua y los acoples necesarios.

En la TABLA No. IV se observa la variación de precios, esto se debe a la procedencia de la unidad, siendo la más económica la brasileña.

El costo de fabricación de la unidad dental motivo de este informe se detalla en la TABLA No. V.

Analizando las TABLAS Nos. IV y V se observa que el costo de construcción de la unidad es del orden del 50%, en

comparación con la unidad más económica que se encuentra en el mercado, de donde queda justificado el propósito de esta construcción en el aspecto económico.

TABLA IV

COSTO DE UNIDADES EN TRES CASAS COMERCIALES (SUCRES)

ARTICULO	VON BUCHWALD	KROBALTO	VICAR DENT
UNIDAD DENTAL	390.000	780.000	280.000
PIEZA DE MANO	98.000	incluída en la unidad	105.000
COMPRESOR	480.000	295.000	180.000
DEPOSITO DE AGUA	28.000	25.000	25.000
TOTAL	996.000	1'100.000	560.000

TABLA V

COSTO DE FABRICACION POR PIEZAS DE LA UNIDAD
(EN SUCRES)

PIEZA DE MANO	105.000
JERINGA TRIPLE	35.000
MANGUERA PARA PIEZA DE MANO	8.000
MANGUERA PARA JERINGA TRIPLE	8.000
MANGUERA PARA REOSTATO	10.000
COMPRESOR	50.000
DEPOSITO DE AGUA	9.000
RELAY DE AGUA	13.000
REOSTATO	10.000
DISTRIBUIDOR DE AIRE	6.000
	<hr/>
	254.000
IMPREVISTOS 5%	12.700
GASTOS ADMINISTRATIVOS	25.400
	<hr/>
	292.100
	=====

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en consideración que esta unidad se encuentra en funcionamiento en condiciones de buena eficiencia, puedo concluir lo siguiente:

- Este tipo de trabajos evita fugas de divisas.
- Se genera plazas de trabajo.
- Se contribuye a que el profesional odontológico pueda equipar su consultorio con equipos a bajo costo.
- Estos equipos tienen la misma garantía que los similares importados.
- Existe mano de obra calificada para realizar trabajos como éste.

Vale decir además que dedicarse a construir este tipo de máquinas y otras que entran a nuestro mercado, debe ser prioritario para los profesionales politécnicos, con el fin de generar una industria nacional, capaz de no sólo generar empleo, si no de ayudar al desarrollo de otras profesiones.

Simbolos según DIN ISO 1219

Este cuadro sinóptico se han añadido aclaraciones de las normas DIN 15000 y CETOP 6/85.

Nominación	Significado	Simbolo
Válvulas 2 vías	Dos conexiones, posición de reposo cerrada	
Válvulas 2 vías	Dos conexiones, posición de reposo abierta	
Válvulas 2 vías	En primera posición de conexión, entrada cerrada, p.e. un cilindro de simple efecto a escape o conectado a una conducción de pilotaje.	
Válvulas 2 vías	En reposo, entrada abierta, conectada la utilización	
Válvulas 2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto	
Válvulas 2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto.	
Válvulas 3 vías	Con posición central cerrada y tres posiciones.	
Válvulas 3 vías	Con posición central a escape y 2 posiciones de distribución	
Válvulas 3 vías (ejemplos)	Con posición central, salidas a escape y 2 posiciones de distribución	
Válvula de retorno	Sin muelle Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida. Bajo presión del muelle abre, cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida, sobre la fuerza de apriete de muelle	
Válvula selector	Cualquiera de las dos entradas conecta con la salida, mientras que la otra entrada queda cerrada cuando se establece presión en una de ellas.	
Válvula de escape rápido	Cuando la abertura de entrada está sin aplicación de presión, entonces la salida está a libre escape a la atmósfera.	
Válvula de estrangulación	Con estrangulación regulable.	
Regulador unidireccional (válvula de retorno con estrangulación)	Regulador con paso de aire libre en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido. Con estrangulación regulable.	
Válvula secuencial	Cuando la presión en la entrada sobrepasa un cierto valor, se abre su paso hacia la salida.	
Válvula reguladora de presión	Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada. Sin escape (no se compensan los regímenes excesivos). Con escape (se compensan los regímenes excesivos).	
Regulador de presión diferencial	La presión de salida se reduce a un valor fijo, que depende de la presión de entrada.	
Válvula de aislamiento a cierre		
Válvula de simultaneidad	La salida solamente conduce aire a presión cuando las dos entradas se hallan bajo presión	

Tipo de accionamiento (DIN ISO 1219)

Accionamientos manuales		General		Pedanca
		Pulsador		Pedal
Accionamiento mecánicos		Leva (básico)		Pedillo ajustable
		Pedillo		Muelle
Accionamientos neumáticos		Pilotaje por presión		Pilotaje por depresión
Accionamiento eléctricos		Acto eléctrico directo		Acto eléctrico con servomando

Fluido

Las válvulas son adecuadas para aplicaciones con aire comprimido filtrado, con o sin lubricación. Para condiciones de aplicación diferentes, se indica el medio adicionalmente. Para vacío consultar página 92

Magnitudes características para la Neumática

Indicaciones técnicas

En las diferentes tablas constan las magnitudes características como conexión, presión de funcionamiento, diámetro de paso equivalente y caudal nominal normal.

Fuerza de accionamiento Es la fuerza necesaria para accionar un elemento con 6 bar de presión de funcionamiento.

Presión de funcionamiento Es el campo entre la presión de funcionamiento mínima necesaria y máxima admisible para el funcionamiento seguro de un elemento o sistema. Esta presión se denomina también en neumática presión de trabajo.

Unidad: bar, Pa (Pascal)
1 bar = 100000 Pa

Las presiones indicadas están dadas como presiones diferenciales a la atmósfera

Diámetro de paso equivalente Sección transversal más pequeña en el caudal principal de una válvula. Se indica en mm

Caudal nominal normal Un caudal que se refiere al paso de flujo en l/min por pieza a comprobar (elemento) medido con una presión absoluta de 7 bar a la entrada y 6 bar a la salida de la pieza a comprobar, con una temperatura de 12 °C, en condiciones normales (1.013 bar y 0 °C)

Tiempo de conexión Tiempo desde la orden de conexión hasta la formación de presión en un 90% de presión nominal, medido en la salida de la válvula con una temperatura media de 120 °C y una presión de trabajo y mando de 6 bar.

Tiempo de desconexión tiempo desde la orden de desconexión hasta la reducción de la presión en un 10% de la presión nominal (con válvulas 2-2 hasta comienzo de la caída de presión), medido en la salida de la válvula con una temperatura media de 120 °C una presión de trabajo y mando de 6 bar

Definición según VDI 3290 (noviembre 1962)

Presión de mando Campo entre presión de mando mínima necesaria máxima admisible para un funcionamiento impecable de un elemento o sistema

Temperaturas máximas El campo de temperatura del fluido y del medio a beber, dentro del cual está garantizado un funcionamiento seguro de los elementos o/y del mando completo

En las válvulas 10 hasta +60 °C

Electroválvulas La temperatura del medio ambiente es de 5 hasta 40 °C, la temperatura del fluido es de -10 hasta +60

Se indican temperaturas diferentes

Contacto auxiliar abierto en reposo			
Contacto auxiliar cerrado en reposo			
Contacto auxiliar abierto con cierre retardado			
Contacto auxiliar cerrado con apertura retardada			
Pulsador de emergencia			
Contacto de final de carrera en reposo abierto			
Contacto de final de carrera en reposo cerrado			
Contacto pulsador abierto en reposo			
Contacto pulsador cerrado en reposo			
Bobina electroválvula			
Bobina relé			
Selector			
Luz espia			
Luz espia intermitente			
Fusibles			

BIBLIOGRAFIA

1. CARNICER ROYD. Aire comprimido, I Tomo Neumática , 1980, Barcelona.
2. KREITH FRANK. Principios de Transferencia de Calor, Tercera Edición, 1973, New-York.
3. ZIESLING KONRAD. Circuitos Neumáticos, Diciembre 1975, Barcelona, Editorial Blume.
4. COLOMBO GIOVANNI. Pneumática Applicada, Febrero 1987, Torino, Editor Dott. Giorgio
5. RITACCO ARALDO. Operatoria Dental, Sexta Edición, Buenos Aires.