

---

Facultad de Ingeniería

**Proyecto de Diseño y Producción de un Aparato  
Mecánico para Aprendizaje Programado y  
Evaluación**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a :

**RIGOBERTO NAVA SANDOVAL**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## I N D I C E

### CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	MOTIVOS.- . . . .	(1)
1.1.1	¿Educación para Todos?.- . . . .	(1)
1.1.2	Nivel Académico.- . . . .	(1)
1.1.3	Problemas Académicos en la Enseñanza Media-Superior.- . . . .	(3)
1.1.4	¿Qué se está haciendo en la UNAM?.- . . . .	(3)
1.2	OBJETIVOS.- . . . .	(4)

### CAPITULO II ANTECEDENTES.

2.1	Aprendizaje Programado.- . . . .	(6)
2.2	Ventajas y Desventajas de los Programas.- . . . .	(7)
2.3	Diferencias con la Enseñanza Tradicional.- . . . .	(8)
2.4	Las Máquinas de Enseñar.- . . . .	(8)
2.4.1	Una de las Primeras Máquinas de Enseñar.- . . . .	(9)
2.4.2	Modelo reciente del Aparato de Pressey-(1970).- . . . .	(10)
2.4.3	Modelo que Suministra Información por Discos.-	(11)

2.4.4	Modelo que Suministra Información por Largas-Tiras de Papel.- . . . .	(12)
2.4.5	Otro Artefacto Similar más Reciente.- . . . .	(13)
2.5	ALGUNAS EXPERIENCIAS.- . . . .	(14)
2.5.1	Grupo Piloto en la Universidad de Harvard.-... (14)	
2.6	ALGUNAS VENTAJAS Y POSIBLES CRITICAS QUE SE-ESPERAN DEL USO DEL APARATO PLANEADO.- . . . .	(15)

**CAPITULO III  
DISEÑO DEL PROTOTIPO.**

3.1	Proceso del Diseño.- . . . .	(18)
3.2	Características del Aparato.- . . . .	(19)
3.3	Limitaciones y Problemas en el Diseño-del Prototipo.- . . . .	(20)
3.3.1	Diseño Optimo.- . . . .	(20)
3.3.2	Criterios de Decisión.- . . . .	(21)
3.4	Diseño Preliminar.- . . . .	(23)
3.4.1	Cómo Obtener las Características Descritas-en la Sección 3.2.- . . . .	(23)
3.4.2	Explicación del Formato para Aprendizaje-Programado.- . . . .	(24)
3.4.3	Cómo Hacer Avanzar los Cuadros.- . . . .	(24)
3.4.4	Cómo Implementar el uso de la Tarjeta de-Computadora.- . . . .	(25)

3.4.5	Mecanismo de Avance de la Tarjeta.- . . . .	(27)
3.4.6	Primera Concepción Conjunta del Prototipo.-....	(28)
3.4.7	Módulo de Perforación.- . . . .	(30)
3.4.8	Mecanismo de no Retroceso.- . . . .	(32)
3.4.9	Chasis y Cubierta.- . . . .	(33)
3.4.10	Otros Detalles del Diseño Preliminar.- . . . .	(34)
3.5	Diseño Definitivo.- . . . .	(34)
3.5.1	Cambio en el Mecanismo de Avance de- la Tarjeta.- . . . .	(35)
3.5.2	Cambio en el Módulo de Perforación.- . . . .	(37)
3.5.3	Otros Cambios para Facilidad de Producción- y Ensamble.- . . . .	(41)
3.6	Planos y Materiales Empleados.- . . . .	(42)

CAPITULO IV  
PRODUCCION

4.1	Introducción.- . . . .	(43)
4.2	Trabajo en el Torno.- . . . .	(48)
4.2.1	Procedimientos de Torneado.- . . . .	(49)
4.2.2	Dispositivos de Sujeción Empleados.- . . . .	(50)
4.2.3	Piezas Obtenidas por Torneado.- . . . .	(51)

4.3	Trabajo en el Cepillo.- . . . .	(51)
4.3.1	Piezas Obtenidas por Cepillado.- . . . .	(54)
4.4	Trabajo en el Taladro.- . . . .	(55)
4.4.1	Procedimiento de Taladrado.- . . . .	(57)
4.4.2	Piezas Barrenadas por Taladro.- . . . .	(58)
4.5	Trabajo en la Fresadora.- . . . .	(58)
4.5.1	Piezas Obtenidas en la Fresadora.- . . . .	(60)
4.6	Rutas de Trabajo.- . . . .	(60)
4.6.1	Tiempo de Trabajo.- . . . .	(62)
4.7	Costos.- . . . .	(85)
4.7.1	Lista de Materiales, Tiempos y Costos. (marzo 1980).- . . . .	(87)
4.8	Díagrama de las Operaciones del Proceso.- . .	(89)
4.9	Producción Masiva.- . . . .	(92)
4.9.1	Número Crítico.- . . . .	(92)
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- . . . .		(95)
REFERENCIAS.- . . . .		(99)

## CAPITULO I

### INTRODUCCION.

#### 1.1 MOTIVOS.

##### 1.1.1 ¿Educación para Todos?

Actualmente existe una preocupación muy grande, de parte de las autoridades competentes, por lograr que todo mexicano tenga escuela. Una frase que hemos escuchado en estos tiempos es: - "Educación para todos". Se han puesto en marcha una serie de programas, desde la telesecundaria hasta los modernos sistemas de enseñanza abierta es decir, pasando por modificaciones en los programas de estudio, ampliación de turnos, creación de nuevas escuelas, etc.

Sin embargo podemos darnos cuenta de que este es fuerzo es insuficiente. Las escuelas oficiales (gratuitas) están saturadas, mientras las particulares (incorporadas a la SEP) aumentan el monto de sus cuotas, siendo éstas accesibles únicamente a estudiantes de clases acomodadas, existiendo otras que, aprovechando la situación, mantienen bajas sus cuotas pero también la calidad de la enseñanza.

##### 1.1.2 Nivel Académico.

La población estudiantil crece día a día y demanda ingreso en todos los niveles de la educación. Para aliviar un poco esta situación se ha optado

por tomar una serie de medidas, como por ejemplo "hacer que los alumnos no reprob<sup>en</sup>", así, éstos pasarán al siguiente grado dejando su lugar a los del grado anterior. Esto parece maravilloso, pero ¿ cómo funciona ?.

La SEP, ha propuesto una calificación mínima - de 5 ( 1 )<sup>#</sup> lo que significa que un alumno que no sepa nada (demostrado al dejar un examen en blanco) se le está considerando como si supiera un 50% de lo que debería saber. Si existen tres evaluaciones trimestrales y un reconocimiento final, y en algunas ocasiones examen de recuperación; bastará, en el peor de los casos, que el alumno obtenga un total de 18 puntos sumando las tres evaluaciones trimestrales ( pudiendo lograr lo aprobando una sola evaluación con 8 puntos ) para alcanzar un promedio de 6, por lo cual puede ser promovido al siguiente nivel, ya que aún reprobando el reconocimiento final o el de recuperación, el promedio sería:  $(6+5)/2 = 5.5$  que "sube" a 6.

Por otra parte (aunque no existe documento que lo ampare) es bien sabido entre profesores de enseñanza media, que cuando reprueba un alto porcentaje de alumnos, existe la sospecha de que el profesor es deficiente, el cual ahorra problemas acreditando un 85% mínimo.

Otra medida que se ha tomado es la de formar grupos muy numerosos (80 alumnos), pero ello acarrea consecuentemente la dispersión de la dedicación del maestro.

<sup>#</sup> Los números entre paréntesis indican referencias que se encuentran al final de este trabajo.

Considerando lo anterior es claro que el nivel académico de la mayoría de los alumnos que egresan de las escuelas secundarias es bastante deficiente.

#### 1.1.3 Problemas Académicos en la Enseñanza Media Superior.

Más de una vez hemos sabido de movimientos que pretenden eliminar los exámenes de admisión, pero, si el cupo de una escuela es limitada, se busca que su población sea seleccionada, es decir, sólo serán admitidos los mejores.

Los estudiantes que están acostumbrados a ser promovidos tan fácilmente, de pronto se encuentran con una muralla imposible de escalar; algunos le llaman "cuello de botella". el índice de reprobación crece de pronto de 15% a 95% (2), sobre todo en matemáticas, física y química. - Los jóvenes se frustran, se amotinan, hacen mítines, luchando por "abaratar" los cursos mientras que los maestros conscientes no permiten bajar el nivel académico, derivándose de esto problemas bastante serios.

#### 1.1.4 ¿Qué se está haciendo en la UNAM?

Se ha venido desarrollando y llevando a cabo un Plan de Superación Académica del Colegio de Ciencias y Humanidades (3). Este plan abarca, entre otros, el programa editorial y el programa de elaboración de materiales de apoyo para los alumnos que deban presentar exámenes extraordinarios.

narios.

En la sección de matemáticas del CCH Plantel - Sur, se ideó un cuaderno programado de ejercicios, en el cual, del lado derecho de las páginas, se pide al alumno, que resuelva una ecuación, y él puede comparar su solución con la que aparece del lado izquierdo. Como es de su ponerse la tentación a copiar, dicha solución sólo puede verse colocando un celofán rojo encima de ella. Sin embargo, el alumno apático se dedica a copiar a través del celofán, engañándose a sí mismo y al profesor para conseguir el visto bueno; pero lógicamente el estudiante reprobará los exámenes.

Este cuaderno se elaboró en principio para alumnos atrasados los cuales podrán ser reincorporados a sus grupos después de haber resuelto con éxito todos los ejercicios.

Por otra parte, en la sección de Psicología del citado colegio, se ha pensado en aprovechar el hecho de que el alumno se presenta repetidas veces a exámenes casi idénticos sin lograr el porcentaje de aciertos requerido para aprobar. Se pretende hacer de alguna forma, que éste aprenda al mismo tiempo que contesta el examen. Así, el estudiante irá reforzando su aprendizaje cada vez que intente resolverlo, hasta que por fin sea capaz de contestar acertadamente a la mayoría de las cuestiones (4).

## 1.2 OBJETIVOS.

Una solución al problema que se plantea es lograr que un aparato sea capaz de imitar las funciones más elementales de un profesor; por ejemplo, corregir una serie de ejercicios de aritmética o bien calificar exámenes y dar los resultados a los alumnos. Mientras tanto el maestro podrá, por ejemplo, incrementar las relaciones con sus alumnos, lo cual es un aspecto muy importante en el buen maestro; o bien, tendrá tiempo para actualizar sus conocimientos o investigar nuevos métodos de enseñanza; etc. Como puede observarse, existen funciones mucho más importantes de un profesor que no las puede suplir una máquina; los instrumentos son sólo una ayuda para el profesor, no un sustituto del mismo.

Los objetivos más importantes que se persiguen a corto y largo plazo con el uso de esta aparato son:

- a) Facilitar la implementación de "cursos remedio" para alumnos atrasados.
- b) Explorar un nuevo método de enseñanza combinado con la aplicación del aprendizaje programado.
- c) Facilitar la administración de evaluaciones extraordinarias.
- d) Hacer una mejor evaluación de las acciones tomadas que integran el Plan de Superación Académica de 1979 (3).
- e) Elevar el nivel académico de la actual población estudiantil.
- f) Abatir el índice de reprobación.
- g) Apoyar al sistema de enseñanza abierta.

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES.

#### 2.1 Aprendizaje Programado.

Puede decirse que la programación es la ordenación premeditada de una serie de eventos - que sucederán de acuerdo con las reglas establecidas por el organizador o programador, de tal suerte que éste pueda controlar todas las variables del sistema en cualquier caso que se presente.

En el aprendizaje programado se pretende que el estudiante vaya escalando el nivel de conocimiento poco a poco, de manera que tenga buenas bases para niveles más elevados. Esto se puede lograr de varias formas o métodos de programación.

El aprendizaje programado consiste en una ordenación lógica de conocimientos: "no trates de correr cuando aún no sabes caminar". Al discípulo se le van enseñando desde las bases de una materia determinada utilizando reforzadores para evitar el olvido.

Los programas de aprendizaje consisten en una serie de " cuadros " donde hay información impresa; el alumno participa completando frases, contestando preguntas o bien resolviendo problemas cuya solución depende de la respuesta o información del anterior o anteriores. En to-

dos los casos se garantiza que el alumno sepa si su participación ha sido correcta, ya sea, dándole a conocer la solución o remitiéndolo a un texto de apoyo.

## 2.2 Ventajas y Desventajas de los Programas.

Como puede verse, se pueden fabricar programas de este tipo para todas las áreas o asignaturas (5.6) y pueden elaborarse de tal forma que se minimicen las respuestas equivocadas. También los conceptos nuevos, que son introducidos paulatinamente, pueden ser reforzados con la repetición de los mismos desde diferentes puntos de vista. Así, un alumno podrá aprender casi cualquier cosa tan fácilmente como el programa se lo permita.

Es de suponerse que el trabajo de un programador no es fácil. Se necesitarían aproximadamente unos 6,000 cuadros por asignatura para cada grado (5) de primaria, secundaria y nivel medio superior. Además ningún profesor podría calificar 6,000 respuestas anuales por alumno. Sin embargo, un alumno requeriría 15 minutos diarios para recorrer cada uno de estos programas.

En los libros de texto pueden dejarse algunos puntos obacuros, pues estará el maestro para aclararlos; comúnmente no son ordenaciones lógicas o gradualmente expositivas del material sino procedimientos estratégicos que sus autores han hallado eficientes. En cambio un programa debe ser autosuficiente. con una ordenación 16-

gica y expuesto con grados paulatinos de dificultad, lo que dará seguridad en lo aprendido al alumno.

### 2.3 Diferencias con la Enseñanza Tradicional.

Las experiencias con la enseñanza tradicional muestran que los estudiantes no prestan atención si no se les "Amenaza" haciéndoles saber las consecuencias de su trabajo. Se les mantiene ansiosos a base de dar lugar a errores; esto lo podemos observar por que: no se le hacen preguntas al alumno que el profesor sabe - que va a contestarlas; o bien porque sabemos - que de un examen se eliminan las preguntas que todo mundo contesta correctamente. Se ha visto que estas técnicas de motivación perjudican el proceso del aprendizaje (?); no se ha comprobado que lo aprendido con facilidad se olvida fácilmente.

Cuando un maestro expone presentaciones confusas argumenta que hay que "enseñar a pensar" al alumno. Hay otros que tratan de hacer pensar a base de dejar a sus alumnos problemas de niveles más elevados para que el camino sea dificil. Pero hay inconvenientes al exponer las materias de un modo difícil: Primero.- Se forman "cuellos de botella" desechando alumnos que quizá por un pequeño obstáculo no fueron aprobados. Segundo.- Se crean complejos de incapacidad en buenos alumnos.

### 2.4 Las Máquinas de Enseñar.

Puede lograrse que una máquina vaya exponiendo el material programado, que dé al alumno la respuesta correcta después de haber contestado cada contingencia, que mantenga atento al estudiante, que pueda ir al propio ritmo de aprendizaje del discípulo y además que pueda ser utilizada en exámenes de selección, ordinarios o extraordinarios, dando información inmediata al alumno de su resultado.

Pueden haber muchas formas para exponerse las contingencias: por medios mecánicos o eléctricos. Ya se han construido, aunque no en nuestro país, máquinas de enseñar. A continuación se muestran ejemplos de algunas de ellas.

#### 2.4.1 Una de las primeras Máquinas de Enseñar (5)

En la Universidad de Pittsburgh, en marzo de 1954, se demostró la utilidad de una de las primeras máquinas de enseñar. Se trata de una caja aproximadamente de 40cmx30cm y 20cm de altura. En su cara superior hay una ventanita a través de la cual puede verse impreso en una hoja de papel un problema o una pregunta. El operador da su respuesta apretando unas teclas que tienen grabadas las cifras del cero al 9. La respuesta aparece entonces en unos cuadritos que hay recortados en el mismo papel de la pregunta. Una vez respondido, el alumno hace girar un botón del aparato. Si la respuesta está errada el botón no gira, o bien puede accionar un cuenta errores. Si se ha respondido correctamente, el botón, al ser girado del todo sin di

ficultad, hace que funcione un mecanismo que trae a la ventanita el siguiente problema.

El aparato posibilita la presentación calculada de materiales, expuesta de tal modo, que el planteamiento y la solución de un problema dependa de la respuesta dada al anterior, es decir, la máquina puede ser cargada con material programado, pudiéndose llegar a un repertorio muy rico y completo.

#### 2.4.2 Modelo reciente del Aparato de Pressey (1970)(5)

Otro artefacto, es un modelo reciente del aparato de Pressey que " examina, puntúa y enseña ". Es una caja de aproximadamente 15 cm x 15 cm y 8 cm de altura. En la cara superior tiene 4 botones marcados con las letras A,B,C,D respectivamente y dos ventanitas. Un número, que aparece en una de ellas, envía al estudiante a la correspondiente pregunta de un examen de elección entre respuestas múltiples. El estudiante oprime el botón que tiene la letra de la respuesta que ha elegido. Si ésta es correcta, el botón cede y hace que el aparato funcione de tal forma que se pueda leer otro número en la ventanita. Los errores se van sumando y su número aparece en la otra ventanita de la máquina.

Artefactos de este tipo no sólo podían examinar y registrar aciertos o errores, sino que, como indicó Pressey, podían enseñar. Cuando se corrige un examen y se le devuelve al estudiante al cabo de muchas horas o de varios días, el com

portamiento de éste no se modifica apreciablemente - por efecto de tal ejercicio; en cambio el informe inmediato sobre los errores le suministra al alumno un aparato de autocontrol y puede producir en él un importante efecto instructivo. Pressey indicó además que estas máquinas aumentarían en otro aspecto la eficacia de la enseñanza.

#### 2.4.3 Modelo que Suministra Información por Discos (5).

Se han construido y probado varios tipos de máquinas que tienen las características requeridas. Pero para estudiantes más adelantados - (tal es el caso en nivel medio superior) una máquina como las descritas con anterioridad resulta innecesariamente rígida en el especificar la forma de la respuesta. A ellos se les puede pedir que comparen sus respuestas con el material impreso el cual la máquina va dando a conocer.

Para estos casos se ideó un aparato cuyo material está grabado en 30 franjas radiales de un disco de 30.5 cm de diámetro. El estudiante pone el disco y cierra el aparato. La sesión no empieza mientras no se encuentre bien cerrado, y una vez empezada éste no puede abrirse. Las cuestiones o cuadros de preguntas se irán viendo a través de una ventanita de la caja.- El estudiante escribe su respuesta en una tira de papel que aparece por otra abertura. Levantando una palanca que hay en la parte izquierda del frente de la máquina, un carrete bobina el papel en que se ha escrito su respuesta, la cual

se desliza así bajo una cubierta transparente, y al mismo tiempo, en la parte restante de la abertura va apareciendo la respuesta correcta; si las dos respuestas corresponden, el estudiante mueve una palanca horizontalmente; este movimiento hace que un punzón perfora la parte del papel en que queda escrita la respuesta para registrarla como acertada y que el mecanismo del aparato se altere de tal manera que ese problema o pregunta no vuelva a salir cuando se dé otra pasada al disco en otra sesión. Sea o no correcta la respuesta al poner la palanca en su lugar, aparece la siguiente pregunta. De este modo contesta todas las preguntas y se dá otra pasada al disco pero só lo aparecerán las cuestiones que no respondió correctamente en la primera vuelta. Si es preciso, el estudiante dará más vueltas, y cuando el disco gire sin pararse habrá terminado la lección.

#### 2.4.4 Modelo que Suministra Información por Largas Tiras de Papel (5).

Cuando se ideó el tipo de máquina como la que utiliza discos, todavía no se apreciaba toda la fuerza de la programación. Se creía que el estudiante cometería muchos errores y necesitaba ver por segunda vez muchos cuadros. Pero a medida que fue mejorando la técnica de la programación se hizo menos importante la segunda oportunidad. Entonces se ideó un aparato más sencillo que reunía otras ventajas: a) la serie de cuadros o cuestionarios no tenía que

limitarse al número de los que cupieran en un disco; b) Sus elementos podían ser más amplios; c) El material podía ser programado. Dicho material se escribió en largas tiras de papel plegadas en abanico y el estudiante escribe sus respuestas en otra tira; ve las - cuestiones en una ventana y escribe sus respuestas en la parte de papel que queda descubierta en otra ventanita de la derecha. Al accionar la máquina, la respuesta desliza hacia abajo de una cubierta transparente y aparece nuevo material. Este quizá le diga que su respuesta está equivocada sin darle a conocer la correcta; por ejemplo, una lista de los errores más comunes entre los cuales se encuentre su respuesta. En una segunda oportunidad la máquina sí muestra la respuesta correcta la cual podrá comparar con su segunda contestación.

#### 2.4.5 Otro Artefacto Similar más Reciente.

Se trata de un aparato aproximadamente del tamaño de una pequeña máquina de escribir. En la parte superior tiene dos ventanitas transparentes y otra al descubierto. Este aparato tiene la ventaja, sobre los anteriores, de - que es alimentado con un apilamiento de hojas tamaño carta impresas con el material requerido y ordenadas. El estudiante hace girar a voluntad una perilla colocada en uno de los extremos con lo cual consigue que la máquina haga aparecer una pregunta que abarca las dos ventanitas transparentes, y en la descubierta

un espacio en blanco donde escribe su respuesta. De nuevo, el alumno hace girar la perilla deslizándose así su respuesta hacia abajo de una de las ventanitas transparentes y en la otra aparece la respuesta correcta para su comparación. Este aparato fue usado para dar la respuesta correcta al alumno inmediatamente después de haber contestado cada pregunta de un examen, por lo cual cuenta con un mecanismo de no retroceso. Al terminar todas las hojas, éstas se extraen de un compartimiento en la parte baja del aparato en el mismo orden en que fueron introducidas.

## 2.5 ALGUNAS EXPERIENCIAS.

### 2.5.1 Grupo Piloto en la Universidad de Harvard (5).

En una sala de autoinstrucción en el Sever - Hair, Universidad de Harvard, se dió un curso sobre comportamiento humano a universitarios de Harvard y de Radcliffe utilizando máquinas similares. Cerca de 200 estudiantes pasaron del todo 1,400 cuadros correspondientes a unas 200 páginas del texto. El tiempo requerido para tal labor fue de 14 horas y media. A los estudiantes no se les examinaba sobre el material pero tenían que rendir cuenta del texto que cubrían. Sus reacciones respecto al material y a la autoinstrucción, en general fueron estudiadas mediante entrevistas y cuestionarios. Tanto las máquinas como el material fueron modificados basándose en esta experiencia.

Las ventajas que se habían esperado tener con

la instrucción a máquina fueron generosamente confirmadas. Reveláronse además insospechadas posibilidades: Aunque es menos cómodo ejercitarse en una cabina de autoinstrucción que estudiar con el libro de texto, la mayoría de los alumnos estimaron que se podía - aventajar mucho estudiando por medio de la máquina; la mayoría de ellos trabajaron durante una hora o más con poco esfuerzo, aunque a partir de allí se sintieron a menudo cansados e informaron que aprendían mucho más en menos tiempo y con menos trabajo que con los procedimientos tradicionales; el interés de los alumnos se mantuvo aún cuando en el material programado se incluían problemas "fáciles" en contraste con lo tradicional; quedó probado que es muy ventajoso que el estudiante sepa en todo momento a qué nivel está sin tener que esperar, para saberlo, a que se le hagan preguntas a cada hora o examen final.

2.6 ALGUNAS VENTAJAS Y POSIBLES CRITICAS QUE SE ESPERAN DEL USO DEL APARATO PLANEADO.

- a) El aparato posibilita la inmediata corroboración de la respuesta acertada, con lo cual, como indicó Pressey, se obtiene un objeto instructivo de gran importancia.
- b) El alumno puede contestar perforando una tarjeta, con lo cual se delega a una computadora el tedioso trabajo de calificar exámenes.
- c) La respuesta correcta que se le da al alum

no puede ser lo suficientemente extensa para reforzar sus conocimientos; por ejemplo una deducción por la cual se llegó a una de las que aparecen en elección múltiple.

- d) El alumno sabrá al terminar la sesión, cuáles son los puntos en los que deberá poner más empeño y el resultado de su reconocimiento.
- e) El maestro podrá corregir, por indicación de la computadora, algunas partes de su programa de aprendizaje que resulten deficientes. Esto funciona al cuantificar los errores de los alumnos estadísticamente.
- f) Se podrán implantar cursos remedio para alumnos atrasados los cuales podrán progresar a su propio ritmo según su capacidad, permitiendo a otros más adelantados su máximo aprovechamiento.
- g) Se espera que el mero manejo del aparato resulte como un reforzador para mantener atento al estudiante.
- h) Un solo maestro podrá vigilar a un grupo en el que trabajen o se examinen jóvenes en estos aparatos.
- i) Posiblemente se argumente que al alumno se le trate como a un animal receptor sin voz ni diálogo con el profesor, lo cual sería erróneo pues ámbos, profesores y alumnos, tendrán más tiempo para incrementar sus relaciones ya existentes.
- j) Quizá alguien diga que se tratará de sustituir al profesorado con máquinas de este tipo

po y que por ello habrá desempleo, pero como ya se ha planteado, el profesor es insustituible; el aparato es un instrumento que ayudará en mucho al mejoramiento académico de ambos.

### CAPITULO III.

#### DISENO DEL PROTOTIPO.

##### 3.1 Proceso del Diseño.

El proceso de diseño en general (8) puede explicarse por las siguientes 5 fases enfocadas a la solución de un problema de ingeniería:

- 1o. Formulación del problema.- El problema del que se trate se define en forma amplia y sin detalles.
- 2o. Análisis del problema.- En esta etapa se define con todo detalle.
- 3o. Búsqueda de soluciones.- Las soluciones alternativas se reúnen mediante indagación, invención, investigación, etc.
- 4o. Decisión.- Todas las alternativas se evalúan, comparan y seleccionan hasta que se obtiene la solución óptima.
- 5o. Especificación.- La solución elegida se expone por escrito detalladamente.

En la parte 1.2 se menciona un aparato capaz de imitar las funciones más elementales de un profesor, esto corresponde a la primera etapa del proceso del diseño. Sin embargo para ampliar el panorama cabe mencionar que la característica fundamental que debe cumplir dicho aparato es la de otorgar información inmediata al alumno en cada una de

sus respuestas, es decir, darle a conocer la solución correcta después de que éste ha contestado cada pregunta; así, durante la presentación del examen estará aprendiendo, estudiando nuevamente.

## 1.2 Características del Aparato.

Siguiendo con el proceso de diseño, se exponen las características del aparato detalladamente:

- a) Habrá de mostrar la solución correcta a cada contingencia inmediatamente después de que el alumno haya dado la suya.
- b) Ambas soluciones podrán verse simultáneamente para ser comprobadas por el alumno así como la pregunta involucrada.
- c) El alumno podrá dar sus respuestas tanto en forma amplia sobre una superficie de papel como en forma concreta al seleccionar una entre 5 opciones.
- d) El alumno responderá concretamente haciendo una perforación por cada respuesta en el lugar correspondiente sobre una tarjeta de computadora.
- e) El alumno no deberá tener control directo sobre la tarjeta sino a través del mero manejo del aparato, para evitar exámenes fraudulentos.
- f) El aparato no debe permitir la posibilidad de que la respuesta dada por el alumno pueda ser corregida después de haber visto la solución correcta.
- g) Deberá tener una superficie amplia donde puedan

ir mostrándose las contingencias, que tendrán que quedar fuera del alcance del alumno.

- h) El aparato debe permitir la posibilidad de albergar varios exámenes o textos para que puedan presentarse series de alumnos.
- i) Deberá tener un contador de aciertos que el alumno accionará en forma directa y únicamente para su propio control.

Otras características de un buen diseño son: Que el manejo sea sencillo y cómodo; que sea fácil de producir; intercambiabilidad de partes; económico, ligero, etc., todo esto sin descuidar una presentación agradable.

#### Limitaciones y Problemas en el Diseño del Prototipo

##### Diseño Óptimo.

Siempre existen diseños óptimos, por lo que es necesario sacrificar algunas características total o parcialmente con tal que se vean beneficiadas las de mayor importancia. Así por ejemplo, se podría pensar en piezas con la menor cantidad de material posible y de peso específico bajo para obtener una máquina ligera, pero al tomar en cuenta el costo de fabricación y aún el costo mismo del material, quizá convendría sacrificar "ligereza" con tal de ganar "facilidad de producción" y "economía" que son características con mucho mayor importancia en este caso específico. Puede ser que en otro caso el factor primordial fuera ligereza y entonces ha-

bría que sacrificar "economía" u otra.

### 3.3.2 Criterios de Decisión.

Dado que existe la facilidad para mimeografiar los exámenes en hojas tamaño carta u oficio se quiere que el maestro sólo tenga que cargar la máquina con un apilamiento de hojas ordenadas, luego, ésto implica un complicado mecanismo de separación y arrastre de éstas, por lo que se pensó en utilizar las mismas pero unidas para poder formar un rollo, así se tendrían dos carretes como cualquier cámara tradicional de fotografía.

Tal vez alguien pudiera pensar que el trabajo del profesor se complica más puesto que tiene que unir las hojas después de pasarlas por el mimeógrafo y por ello, lejos de ser un instrumento de ayuda sólo contribuiría a dificultar la situación actual. Bueno, entonces ¿Cuál es la solución óptima ?.

En la referencia (8) se menciona que el ingeniero tiene hambre de posibilidades, así que siempre hay que pensar en hallar mejores soluciones debiendo tener la mente abierta permanentemente, entonces: ¿ Vale la pena afrontar problemas propios del diseño de una máquina muy automatizada, cuando aún no se sabe si aquí en México dará los resultados esperados este nuevo sistema de aprendizaje y - evaluación ?. ¿ Para qué pensar por ahora en un aparato electrónico como una minicomputadora digital o bien miniproyectores individuales con mi

crofilmaciones sincronizadas con el avance de una tarjeta o cinta que sea comparada con un patrón por este mismo aparato o trasladada a una unidad de computación para ser calificada ?.

No hay que perder de vista que el problema original no es la construcción de dicho aparato, sino más bien se pretende contribuir a la solución de problemas educacionales de nuestra sociedad y por ello se va a explorar este nuevo sistema, y un factor muy importante en la toma de decisiones que implica este estudio es el económico, pues en todo momento se deberá cuidar el presupuesto. Si el factor económico no fuera decisivo, éste trabajo no tendría mucho valor; podría ser que se instalaran un número adecuado de terminales de computadora o microcomputadoras, quizá unas 500 ó más en el C.C.H. Plantel Sur y otras tantas en las demás escuelas y facultades, con programas tanto de aprendizaje como de evaluación para todas las asignaturas. ¿ Y si no resulta ? bueno, quizá podrían emplearse en otras tareas.

Es obvio que esta es una posición extrema pero aún el probar el sistema con un grupo de 30 ó 50 terminales o microcomputadoras tendría un costo bastante elevado tomando el riesgo de deterioro por malos manejos y un alto costo de mantenimiento.

Pues bien, se piensa que para probar este nuevo método de aprendizaje, se requiere empezar por un aparato sencillo y económico aún cuando pueda ha-

cerse algo más automatizado, como maestros "electrónicos" (9).

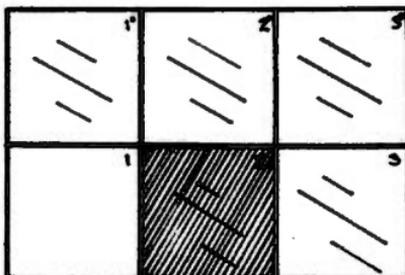
### 3.4 Diseño Preliminar.

Al tener una visión general de lo que se pretende que el aparato sea capaz, comienza la fase de inventiva e ingenio para dar soluciones óptimas a una serie de problemas involucrados.

En esta parte se expone con detalle el cómo y el por qué de los sistemas mecánicos y sus piezas. Esto no quiere decir que no existen mejores soluciones, simplemente se dan a conocer los criterios en que se basa el diseño para solucionar dichos problemas.

#### 3.4.1 Cómo obtener las características descritas en la sección 3.2.

El aparato se podrá usar para aprendizaje programado y también para evaluaciones utilizando tarjetas de computadora. Para la primera opción, se establece el siguiente formato:



### 3.4.2 Explicación del formato para Aprendizaje Programado.

Los espacios 2,3,1', 2' y 3' están bajo una sola cubierta transparente, la cual está tapada únicamente en el espacio 2. El espacio 1 no está cubierto.

El alumno puede leer la pregunta en el espacio 3, contestar en el 1 sin ver la respuesta en el 2; - luego acciona el aparato para que lo escrito en 1, 2,3 suba a los espacios 1',2',3' . De esta manera se muestra al alumno la solución correcta inmediatamente después de haber contestado: Ambas soluciones se ven simultáneamente en los espacios 1' y 2' así como la pregunta involucrada en 3'; en el espacio 1, el alumno responde en forma amplia; al accionar el aparato su respuesta se desliza bajo la cubierta transparente del espacio 1' quedando fuera de su alcance.

Respecto a las dimensiones de las ventanas o cuadros, éstos son aproximadamente del tamaño de una sexta parte de hoja carta, suficiente para lo requerido.

### 3.4.3 Cómo hacer avanzar los cuadros.

El texto se imprime en largas tiras de papel de tal suerte que, se pueden formar rollos, así que se tienen dos carretes: uno alimentador donde se enrolla el texto y otro de arrastre que el alumno -

pueda accionar desde afuera; de esta manera el tex  
to se desenrolla del alimentador, pasa por debajo  
de la cubierta transparente y se enrolla en el ro-  
dillo de arrastre.

Cabe mencionar la conveniencia de que el alumno  
responda en otro rollo de papel en blanco adicio-  
nal que avance al mismo tiempo que el texto para  
que éste último pueda ser usado varias veces. Esto  
se logra por medio de un segundo rodillo de arras  
tre colocado en la misma flecha del primero.

#### 3.4.4 Cómo implementar el uso de la tarjeta de computado ra.

Para la segunda opción que corresponde a evaluacio  
nes utilizando tarjetas de computadora, el formato  
descrito anteriormente no cambia en dimensiones,  
únicamente se destapa el espacio 2, quedando bajo  
cubierta transparente. Ahora en los espacios 2 y  
3 el alumno puede leer una pregunta con sus respec  
tivas opciones en cada uno y contestar sus respue  
tas seleccionadas perforando en el lugar correspon  
diente de una tarjeta de computadora, la cual se  
encuentra dentro del aparato y cuyo avance está -  
sincronizado con el del examen, impreso desde lue  
go, de la misma manera que el texto descrito con  
anterioridad en la sección 3.4.3

Cuando el alumno acciona el aparato para ver las  
respuestas correctas, aparece entonces el siguien  
te par de preguntas y debajo de ellas la resolu-

ΠΡΗΚΤΙΚΟ ΔΕ  
ΕΣΤΑ ΠΑΓ.

ΦΑΚΛΑ ΔΕ  
ΟΡΙΓΕΝ.

ción de las dos anteriores de tal manera que la tarjeta ha avanzado a la posición exacta para ser perforada nuevamente. En los espacios 2' y 3' se encuentra el par de preguntas anterior y en los espacios 2 y 3 el par de preguntas actual, así como la resolución del par anterior. Los espacios 1 y 1' pueden o no ser usados con el rollo adicional.

La razón por la cual las preguntas aparecen en parejas, es la forma de la tarjeta que se desea usar.

1'	2'	3'
1	2	3

En ella se encuentran distribuidos en las columnas impares, parejas de respuestas. A continuación se muestra una copia de la tarjeta empleada.

\_\_\_\_\_ C C M MANCERAN \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ TARJETA DE \_\_\_\_\_

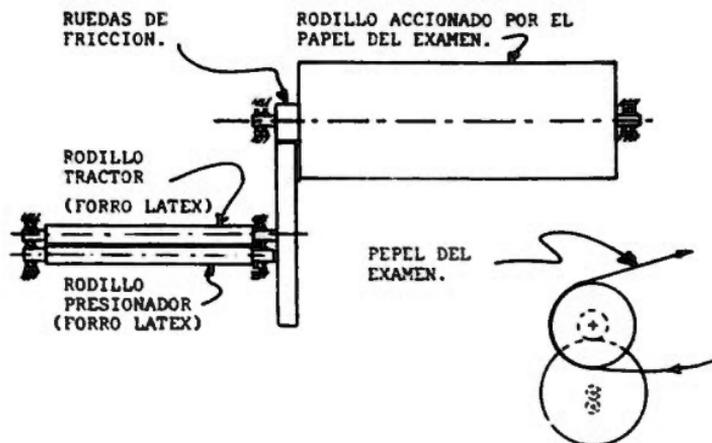
\_\_\_\_\_ OROSPITAS \_\_\_\_\_

The image shows a punched card with a header section at the top containing labels: 'C C M MANCERAN', 'TARJETA DE', and 'OROSPITAS'. Below the header is a grid of 10 columns and 20 rows of holes. The columns are numbered 1 through 10. The holes are arranged in a regular pattern, with some columns having more holes than others. The card is shown as a copy, with some noise and artifacts.

### 1.5 Mecanismo de avance de la tarjeta.

Dado que la separación entre columnas de la tarjeta es uniforme, se llegó al acuerdo de que los espacios utilizados para colocar los pares de preguntas del examen impreso en el rollo también serían uniformes e iguales a 9 cm, así, por cada 9 cm de avance en el examen la tarjeta avanza 0.44 cm que es la separación entre las columnas útiles, teniéndose una relación constante de 9/0.44.

Una solución propuesta es hacer pasar la tarjeta entre dos rodillos de caucho; uno de ellos solamente tiene la función de presionar la tarjeta contra el otro, el cual proporciona la fuerza tractiva pues tiene eje común con un tren de ruedas de fricción que a su vez proporciona la relación 9/0.44.



Este sistema de acoplamiento entre avances forma parte del diseño preliminar del prototipo.

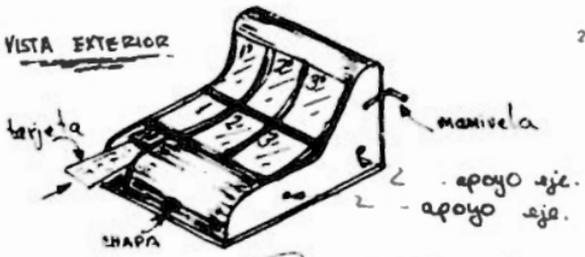
Los rodillos tractor y presionador son de barra redonda de Cold rolled con  $\phi = 4.76 \text{ mm}$  (3/16") y un forro de manguera de latex de  $3.97 \text{ mm}$   $\phi_{\text{int}}$  pared delgada, haciendo un  $\phi_{\text{tot.}} = 5.75 \text{ mm}$  (17/64"). Tanto las ruedas de fricción como el rodillo accionado por el papel son de madera con un forro de hule laminado de  $2.38 \text{ mm}$ . de espesor adherido con pegamento de contacto. Todos estos materiales son muy comerciales, económicos y no necesitan maquinados costosos pues son semi-elaborados, resultando mucho más económico que un sistema dentado.

#### 1.4.6 Primera concepción conjunta del prototipo.

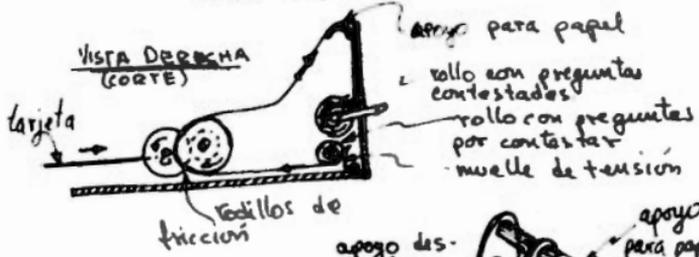
Con el objeto de no olvidar algunas ideas que pueden ser buenas y visualizar más detalladamente el aparato, se hizo un esquema el cual se muestra en la siguiente hoja.

En esta primera aproximación, ya pueden observarse algunas ideas y problemas. Por ejemplo: El escribir del lado izquierdo para que el brazo tenga apoyo sobre la cubierta del aparato pues existe un mayor porcentaje de diestros; el apoyo para escribir un poco más elevado considerando el espesor de la cubierta y además desmontable para extraer con facilidad las tarjetas perforadas; ciertos grados de inclinación en la parte superior para facilitar la lectura y la escritura; la distribución de los elementos -

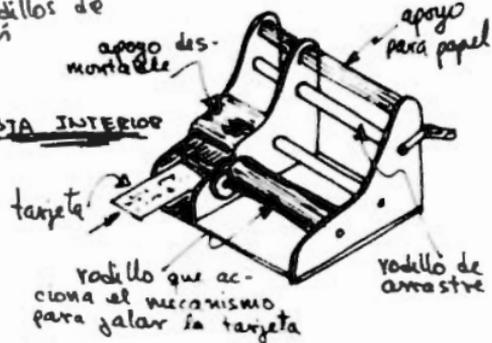
VISTA EXTERIOR



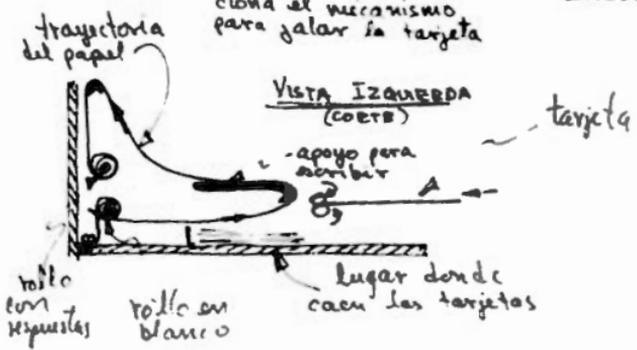
VISTA DERECHA (CORTE)



VISTA INTERIOR



VISTA IZQUIERDA (CORTE)

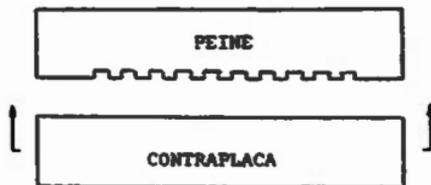


que lo constituyen; etc. Sin embargo existen toda vía muchos detalles sin resolver, por ejemplo: Cómo proteger la tarjeta para que despues de embragada no pueda ser manipulada; cómo deben ser los apoyos de los ejes de los rodillos; cómo poner un trinquete para que la manivela sólo avance hacia adelante; cómo perforar la tarjeta; etc. y tal vez muchos otros detalles que an no se pueden prever.

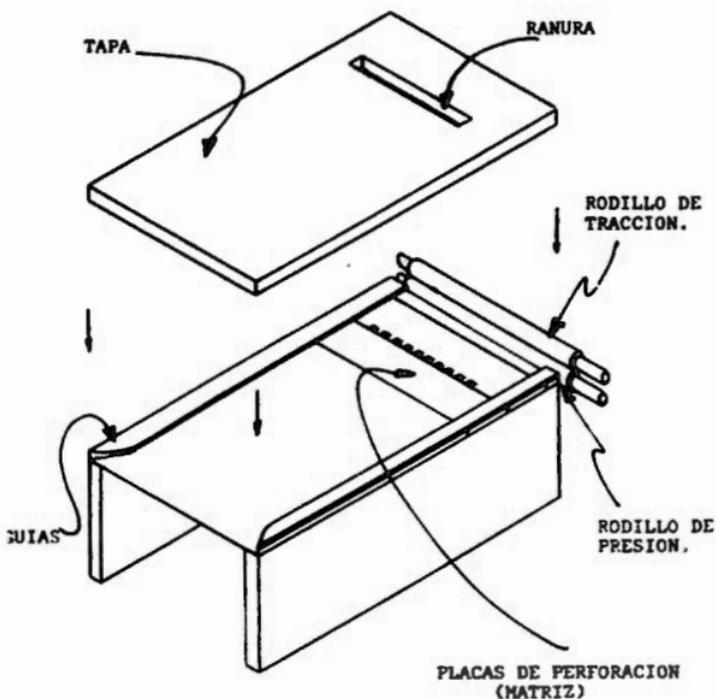
### 3.4.7 Módulo de perforación.

La tarjeta se mete en una rendija, entre una base y una tapa hasta los rodillos de tracción y presisión, donde queda ya fuera del alcance del alumno lista para ser operada a traves del mecanismo de avance.

La base tiene una placa metálica ( Cold rolled) con las perforaciones correspondientes de la tarjeta, lo que constituye la matriz o parte hembra. Dichas perforaciones deben ser rectangulares, por lo que se optó por un peine y una contraplaca con el fin de facilitar su manufactura.

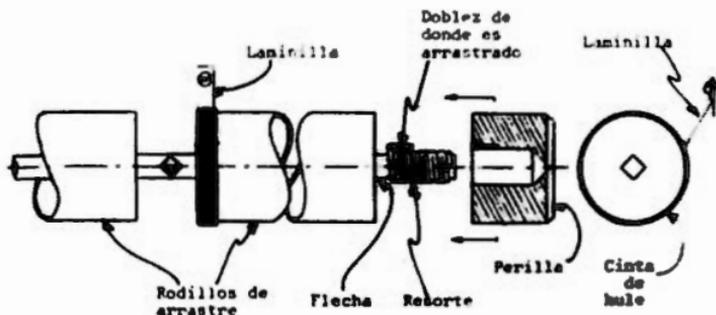


La tapa tiene una ranura a lo largo y sobre todas las perforaciones a través de la cual el alumno perfora por medio de un punzón o parte macho de la perforadora. Esta tapa descansa sobre dos guías para permitir el paso de una sola tarjeta entre la base y la tapa.



### 3.4.8 Mecanismo de no retroceso.

Más sencillo que un trinquete, este mecanismo no necesita de una rueda dentada sino simplemente una cinta de hule sobre el mismo rodillo de arrastre y una laminilla que permite el avance de éste en un sólo sentido.



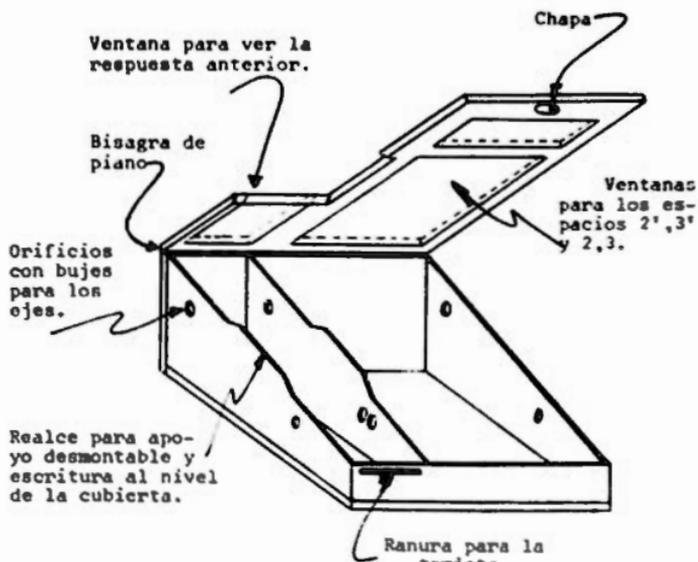
En lugar de la manivela ideada en un principio, se optó por una perilla la cual arrastra un resorte y éste a su vez, si gira en un sentido embraga la flecha que mueve los rodillos de arrastre, mientras que en el otro sentido se desembraga, lo cual impide que el aparato sea forzado para retroceder.

El funcionamiento del resorte es muy sencillo ya que al ser girado en sentido de rotao desde la ex

trata de disminuir su diámetro consiguiendo de esta manera ejercer una fuerza normal a la superficie en contacto con la flecha y por ende una fuerza de fricción que impide que se deslice. Por el contrario, al girarlo en sentido levógiro desde el mismo punto de apoyo, aumenta ligeramente su diámetro nulificando la mencionada fuerza de fricción, permitiendo así su deslizamiento con respecto a la flecha.

### 3.4.9 Chasis y cubierta.

Con la idea más madura y tomando en cuenta la facilidad de manufactura, conviene tener trazos rectos no rebuscados y sin olvidar una buena presentación, agradable a la vista.



Este chasis también forma parte del diseño preliminar y se construyó en triplay de 6 y 9 mm. Inicialmente la cubierta toda era de acrílico transparente de 3 mm pintado en las partes donde se requiere opaco. Sin embargo, hubo la necesidad de reforzarlo por su flexibilidad, así que se optó por construirla también en triplay de 9 mm con ventanas de acrílico transparente y unirla al chasis mediante una bisagra de piano de 19 mm (3/4") a todo lo ancho.

#### 3.4.10 Otros detalles del diseño preliminar.

Los rodillos alimentador y de arrastre, para su ligera y conservación, fueron construidos de tubo de aluminio con tapas en los extremos también de aluminio, las cuales tienen orificios: Cuadrados en el caso de los de arrastre por donde los atraviesa una flecha común, misma que es manipulada por el alumno mediante la perilla; y redondos en el caso del rodillo alimentador el cual sólo necesita de un eje para apoyarse en unos soportes donde pueda ser desmontado con facilidad para que el aparato sea cargado por un rollo nuevo.

El rollo en blanco sobre el cual el alumno contesta también tiene un eje dispuesto en la misma forma - que el rodillo alimentador.

#### 3.5 Diseño Definitivo.

Sobre la marcha afloran nuevas ideas que de un modo u otro brindan mejores soluciones tanto para el funcionamiento como para la fácil reproducción. En esta sección se describen cambios y añadiduras hechas

al diseño preliminar con el fin de simplificarlo o mejorar su funcionamiento o facilitar su reproducción y así llegar a un diseño definitivo.

### 3.5.1 Cambio en el mecanismo de avance de la tarjeta.

El nuevo sistema se reduce a una aplicación más del ya bien estudiado mecanismo "manivela-biela-corredera".

Ahora, el rodillo accionado por el papel del examen debe tener un perímetro igual al espacio que se requiera para cada par de preguntas, así que al pasar un espacio de éstos, el rodillo dará una vuelta completa.

En uno de los extremos del eje debe haber un árbol, cuya excentricidad es suficiente para que un gancho, libre en el otro extremo, arrastre la tarjeta la longitud requerida.

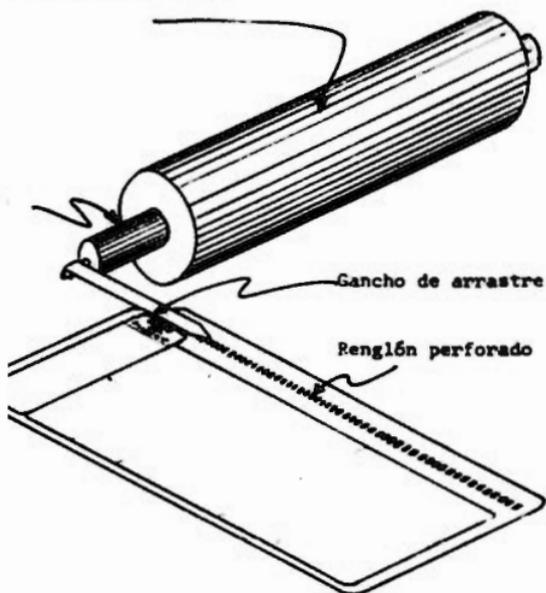
En este caso la tarjeta deberá tener un renglón perforado donde en cada perforación pueda entrar el gancho de arrastre y además debe darse una instrucción a la computadora para que no tome en cuenta este renglón perforado, lo cual es posible.

La ventaja sobre el mecanismo de avance del diseño preliminar es el menor número de piezas, que trae consigo menor costo por concepto de fabricación y ensamblaje de las mismas.

La desventaja, al parecer, consiste en usar tarje-

tas con ranglón perforado ya que habrá que perforar las y modificar el programa que califica, pero ambas tareas son sencillas.

Rodillo de avance  
con forro de hule.



### 3.5.2 Cambio en el módulo de perforación.

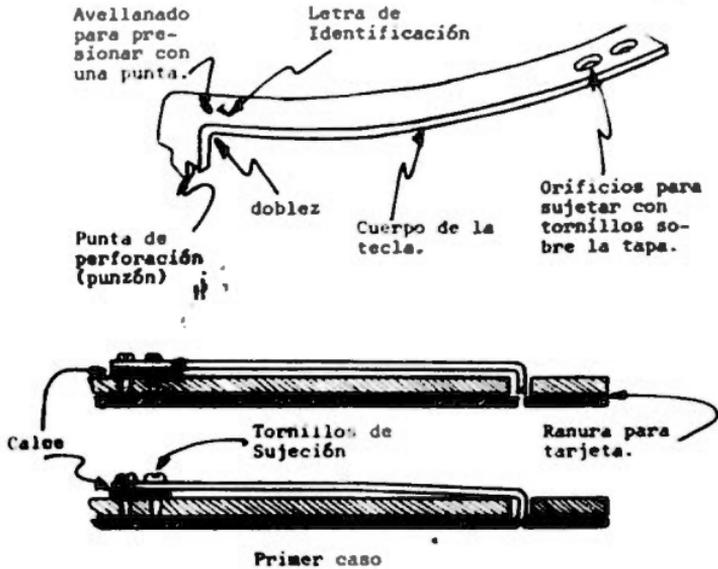
Se tuvo el problema de hacer coincidir con precisión el punzón en el orificio correspondiente al lugar de la tarjeta que se desea perforar, por que ésta impide que sean vistos dichos orificios y con un poco de desajuste, era casi imposible la perforación; además se requiere que el fragmento quede desprendido completamente.

Se han ideado pues, un conjunto de 10 teclas fijas sobre la tapa de la perforadora las cuales se ajustan al instalarlas para que siempre coincidan sobre los orificios.

Estas teclas tienen una forma especial para su correcto funcionamiento y están construidas de acero para fleje con 0.7% de carbono, lo cual permite su fácil fabricación cuando el material está recocido y la obtención de elasticidad y dureza requeridas, para su correcto funcionamiento, después de un tratamiento térmico el cual consiste en un temple a 800°C al agua y un revenido a 280°C .

La tecla sujeta en un extremo actúa como viga en - cantiliver, de aquí la conveniencia de su forma con cava hacia arriba. En lo que sigue se analizan cualitativamente las deformaciones observadas con diferentes formas en el cuerpo de la tecla.

En el primer caso, cuando la tecla está sobre un calce que la eleva, la fuerza de restitución es pequeña



y existe un desajuste al flexionarse el cuerpo de ésta. Estas dos situaciones provocan que la tecla quede atorada y que el cartoncillo no sea bien cortado. Para que pueda desatorarse por sí misma debe tener una mayor fuerza de restitución, lo cual se puede lograr haciendo un ligero doblez en seguida de los orificios de la tecla como se muestra en el segundo caso, sin embargo esto ocasiona que el cuerpo se deforme mucho más a la hora de presionar para perforar y por consiguiente el desajuste, debido a la flexión, es mucho mayor obteniéndose situaciones similares a las del primer caso.

En los dos casos anteriores la flexión del cuerpo-

de la tecla, hace que la punta de perforación ( punzón ) no entre paralelamente al orificio de perforación correspondiente en la matriz, y ésto es precisamente lo que ocasiona que la tecla se quede atorada y que el cartoncillo de la tarjeta no sea bien cortado.



Flexión cóncava hacia abajo



Segundo caso

Por lo anterior se deduce que: a) El cuerpo de la tecla debe tener inicialmente una forma cóncava hacia arriba para que a la hora de presionarla éste quede recto; b) Que el dobléz de la punta de perforación debe ser mayor de  $90^\circ$  para que dicha punta coincida con la trayectoria de este extremo; c) Que la contraplaca del peine descrita en 3.4.7 debe tener un corte inclinado por lo menos paralelo a la trayectoria de la punta.

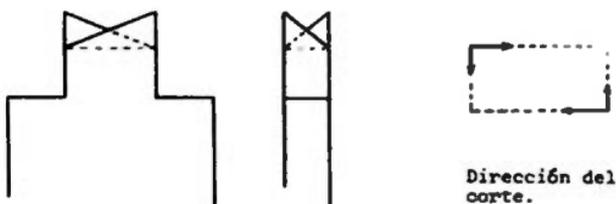
cóncava hacia arriba



Recta.



Existen otros detalles importantes en la punta de perforación: El afilado y la holgura (10). El punzón tiene 4 filos de cortes diagonales para distribuir en cuatro puntos la fuerza de corte, ésto es, cada lado del pequeño rectángulo que se ha de desprender es cortado de un vértice a otro simultáneamente, así, la fuerza aplicada se ve reducida, ya que se aplica a só



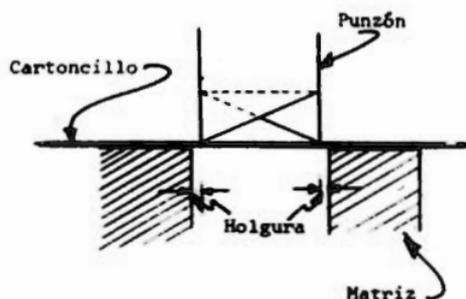
Vistas del filo.

lo cuatro puntos y no a toda la periferia del rectángulo como en el caso de que los filos se encontraran en un plano.

La cantidad de huelgo, el cual juega un papel muy importante en el diseño de las matrices, depende de la dureza del material; en este caso se utiliza el 2% del grueso del cartoncillo por lado, lo cual es despreciable, ya que tiene un espesor de 0.2 mm por lo tanto resulta una holgura total de 0.004 mm la cual es menor que la tolerancia de maquinado empleada.

En la siguiente figura se pueden ver las posiciones

relativas del punzón, matriz y material por cortar (cartoncillo) así como la holgura exagerada para hacerse notar.



### 3.5.3 Otros cambios para facilidad de producción y ensamble.

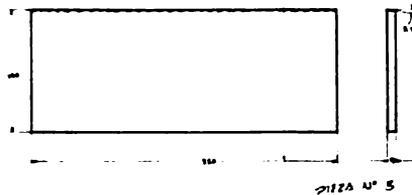
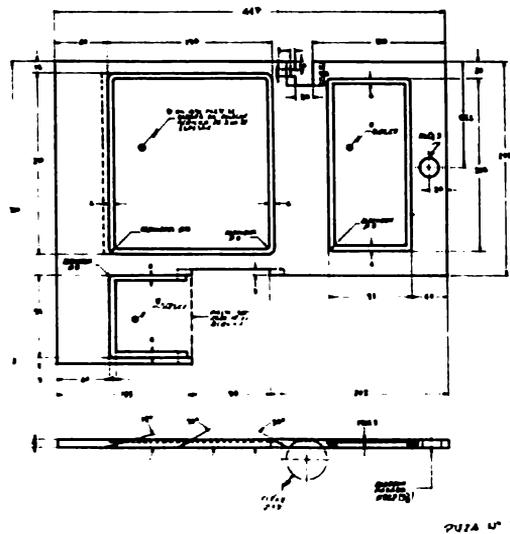
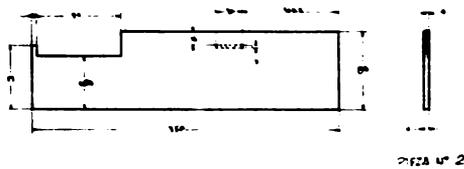
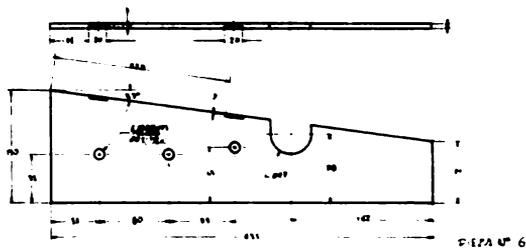
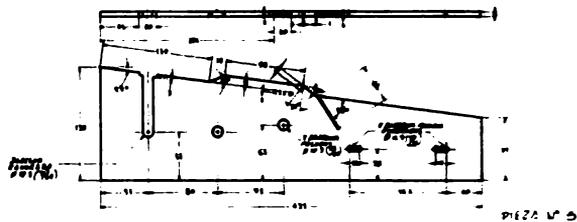
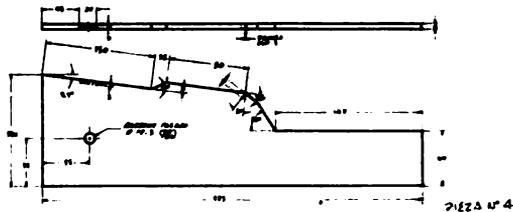
Todos los rodillos empleados son de PVC que a excepción del de arrastre se fabrican con el diámetro deseado, de tal suerte que sólo se cortan a la medida y en ambos extremos se perforan para alojar a los ejes que han de ser soportados por los bujes de latón los cuales van incrustados en el chasis, a diferencia del diseño preliminar donde los rodillos eran de aluminio con tapas soldadas y ejes que los atravesaban de lado a lado, los cuales descansaban en orificios sobre pequeñas plaquitas de latón que se atornillaban en el chasis.

Ya que existe la posibilidad de producir grandes vo

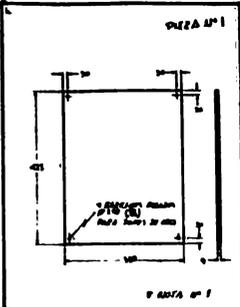
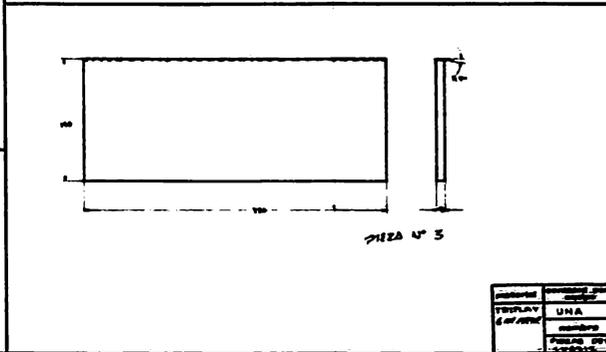
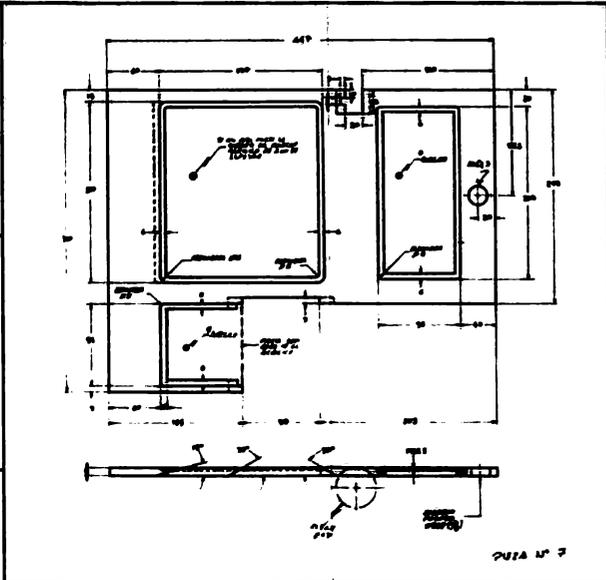
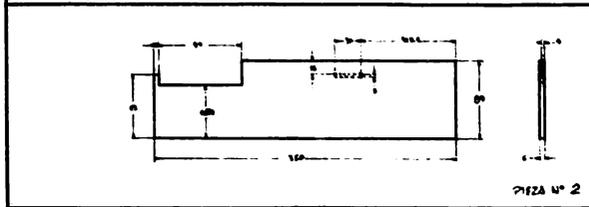
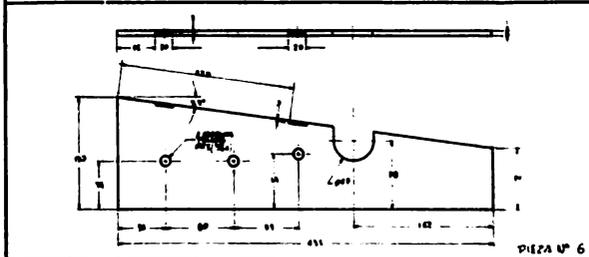
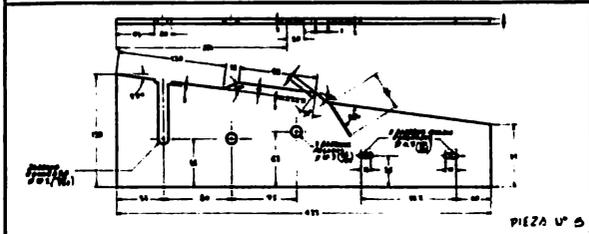
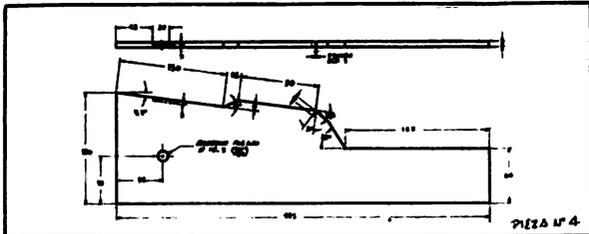
lúmenes, habrá ligeros cambios en la forma, por ejemplo ahusamientos para extracción desde los moldes de inyección de plásticos o redondeos necesarios en algunos vértices para eliminar esfuerzos como en el caso de piezas por fundición, etc. etc., todos ellos dependiendo del proceso de fabricación empleado.

### 3.6 Planos y Materiales Empleados.

A continuación se anexan copias de los planos necesarios para la fabricación y ensamble, en los cuales se incluyen los materiales utilizados.



cantidad	observaciones
1	UNA
	cantidad
	precio unitario
	total



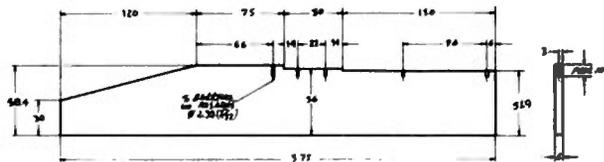
NOTAS

- 1) FID PIEZA EN DIBUJO A SER PIEZA DEL CILINDRO
- 2) FID Y FID DEL CILINDRO DE CILINDRO
- 3) EN CASO DE QUE SE ENCONTRE ALGUNA DE LAS PIEZAS EN UN ESTADO QUE NO PERMITA SU USO SE DEBE REEMPLAZAR POR UNA NUEVA

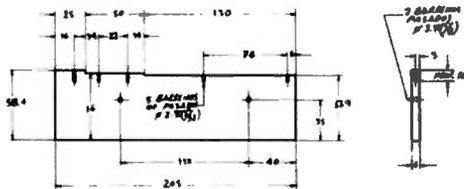
UNIVERSIDAD	INSTITUTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO DE MECANICA
<b>U N O M</b>			
PROYECTOR APARATO MECANICO PARA MEDICIONES PERIMETRICAS Y CIRCUNFERENCIALES			
DEPARTAMENTO: MECANICA MECANICA			
PROYECTADO POR	UNA	REVISADO POR	DR. J. J. J. J.
APROBADO POR		FECHA	001
FECHA DEL DISEÑO		FECHA DEL DISEÑO	



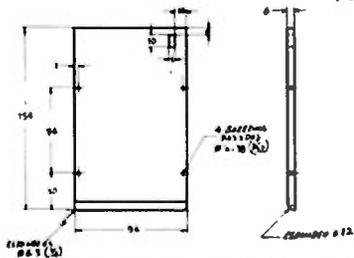
PIEZA 1



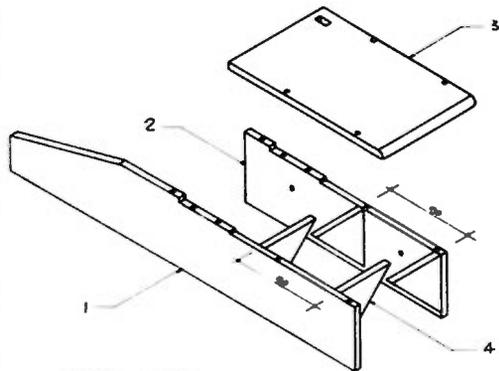
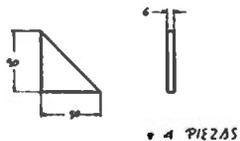
PIEZA 2



PIEZA 3



PIEZA 4

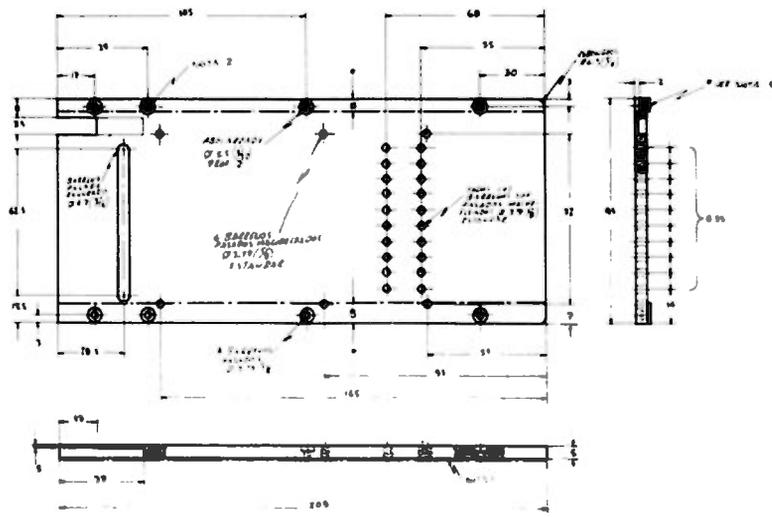


TOCADOS DE CEMENTO

NOTAS:

FECHA	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIO
CENTRO DE INSTRUMENTOS		
<b>UNAM</b>		
PREVICTO: APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION		
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO		
ESCALA	FECHA DEL DISEÑO	REVISOR
1:1	1974	...
PROYECTANTE	REVISOR	...
...	...	...

NOTAS:	
1	EN LAS PARTES INDICADAS CON DOS CUADROS DE ACIERTO DE 0.3mm DE ESPESOR
2	EN EL ACIERTO TAMBIEN SON AGUJEROS CON 2.70 (Ø)



Nº	hecho por	fecha	descripcion de cambios
	hecho por		
	aprobado por		

**CENTRO DE INSTRUMENTOS**

**U n a m**

PROYECTO: ACIERTO DE ANILAS PARA  
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION

DEPARTAMENTO	DESIGNO MECANICO
nombre	003
PROFESOR	DR. GUSTAVO PAZA
ALUMNO	REV. 001

NO

NOTAS:

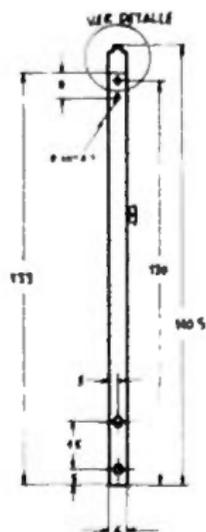
ROMA DEL  
DORADO



ROMA DEL  
DORADO

material	cantidad por equipo
LAMINA DE CUNTE	1.00
CAJ. 24	
TAPA	
PL. "B" UNICO	

NO	fecha por aprob. por	fecha	distribucion de cambios
CENTRO DE INSTRUMENTOS <b>U n a m</b>			
PROYECTO: APICATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PEDREGARDO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
	ESP. 111	FACTORA 111	DESIGNO 111
	ESP. 112	FACTORA 112	DESIGNO 112
DESIGNO	FECHA	REVISOR	FECHA



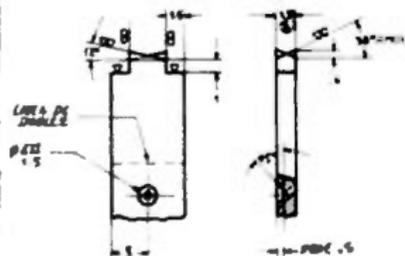
RADIO 500

FORMA DEL DOBLEZ

2 S SCELLOS  
PA 11003  
# 3/4 (3/4)



DETALLE



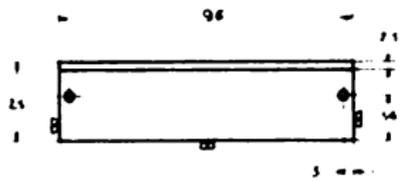
NR	NOTAS:
1	PARAR CUBIERTA DE SUELO DE 1/2" A LA 3/4". CON TALLAS POR LETRA
2	TEMPLEAR A 300°C
3	REVENIR A 200°C

NR	fecha por elaborado por	fecha	descripcion de cambios
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE VOTACIONADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO DISEÑO MECANICO			
	PROF. TEL.	TECNO. 11.11	GRUPO 49.
	ALTO. DEL. UNAM	UNAM 666	005
DESIGNO	DESIGNO	REVISOR	

material	cantidad por unidad
NERO DE TUBO	DISEÑO
RECUBRIDO	nombre
	TECLA

NO

NOTAS



CONTRAPLACA DEL PRIME  
DIB N° 006

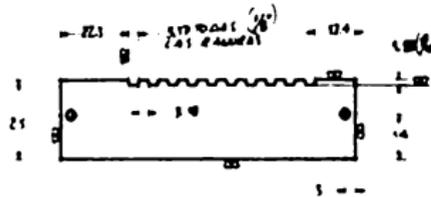
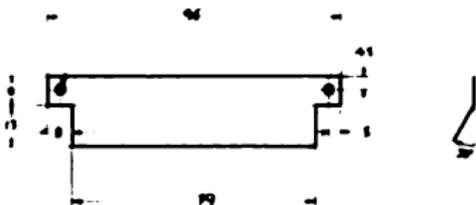


PLATE DE PERFORACION  
DIB N° 007

material	cantidad por cuerpo
ACERO NO	UNA
CA: 14	nombre
	ILICADO

no	fecha por	fecha	descripcion de cambios
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO AMPLIADO MECANICO PARA PRENDA PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO C SERVICIO MECANICO			
	ERC	SIM	FECHA HIST
	ADD	EN (EN)	DEBIDO LEG
DISEÑO P. MECANICO		REVISO	

EMPLAC. MAX  
217 y



no	hecho por	fecha	descripcion de cambios
	aprobado por		

CENTRO DE INSTRUMENTOS

**U n a m**

PROYECTO: APARATO MECANICO PARA  
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION

DEPARTAMENTO: DISEÑO MECÁNICO

autoridad	revisado por	ese	fecha	revisado por	revisado
JOSÉ GUILLERMO	JNA		17		
CAL 24	PLACA GUIA				



FECHA DE DISEÑO 6/6/66

DISEÑO NO. 008

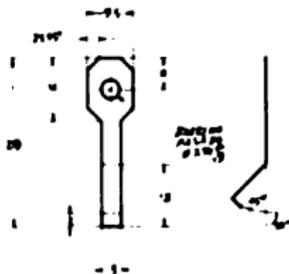
DISEÑO ROLANDO NAVA

REVISO

*[Handwritten signature]*

101

NOTAS:



DISEÑO DE LAMINA  
 DE LAM. BOLLANTE CAL. 24  
 DIB N° 009

DISEÑO DE ALAMBRE  
 MIT. ALAMBRE ACERADO CAL. 22  
 DIB N° 0010



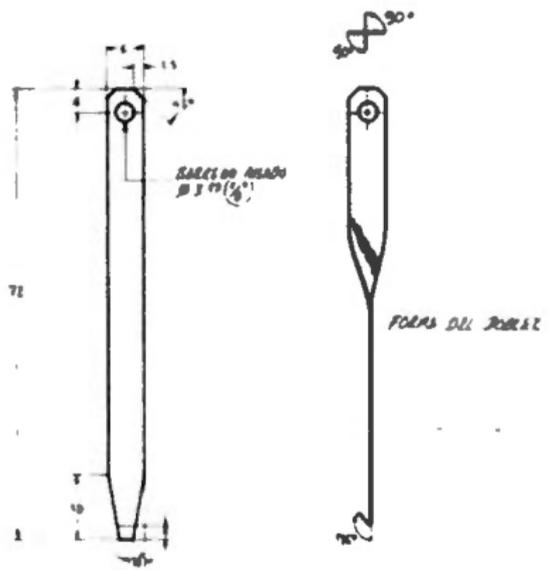
215

INDICADO	UNO
	NOMBRE
	INDICADO

NO	Fecha por	Fecha	descripcion de cambios
	aprob. por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
	NO	U. S.	FECHA 15/7/71
	ADOT. EN CAL.	SEAL	666
	INDICADO	Nombre: Piedad NAVA	REVENO <i>L. Nava</i>

NA

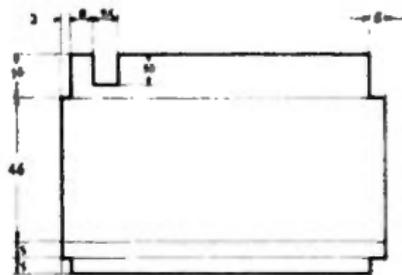
NOTAS:



AP	hecho por	fecha	descripcion de cambio
	control. por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
material	cantidad por equipo		
ALAMBRE DE LLANTE	UNA		
CAL. 24	nombre		
	cantidad de unidades		
	DESC	FECHA DE EM	DELAJON
	ADIC. DE PUN	DELAJON	011
	DISEÑO ROBERTO HERRERA	REVISO	<i>[Signature]</i>

NS

NOTAS:



104

FOCNA DEL DISEÑO

NS	hecho por	fecha	descripcion de cambios
	aprob. por		

CENTRO DE INSTRUMENTOS

**U n a m**

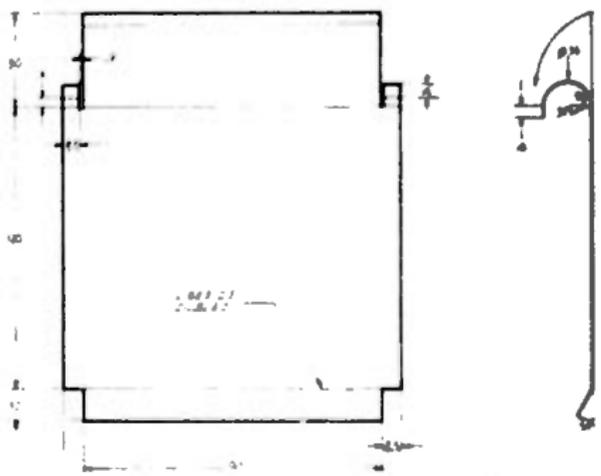
PROYECTO: FABRICA MECANICA PARA  
INSPECCION E MEDICAMENTO Y EVALUACION

DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO

material	cantidad por unidad
UNIDAD DE LUMEN	UNA
EN 24	NOMBRE
	PLACA 0.24

	PROYECTO	FECHA INICIO	REGIONE.
	NS	NS	NS
	DISEÑO MECANICO	REVISOR	

NOTAS:



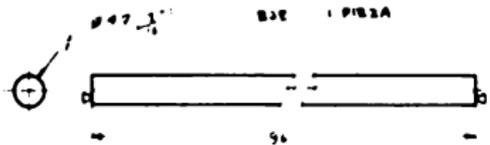
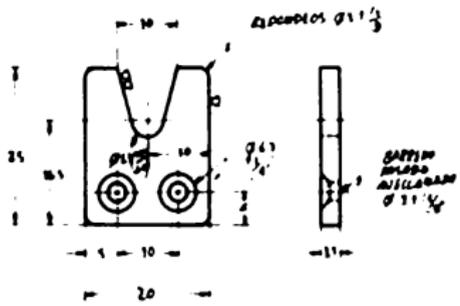
material	denominacion por codigo
LINEA DE CLIENTE	— A —
CEL. 24	NOMBRE PLANTA DESCRIPCIONES

no.	hecho por	fecha	descripcion de cambio
	aprob. por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA MANTENIMIENTO PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
	FBC 117	FECHA DE LA EDICION	
	REV. 01	015	
DISEÑO: P. REYES		REVISOR:	

NR

NOTAS:

APOYO 2 PISAS

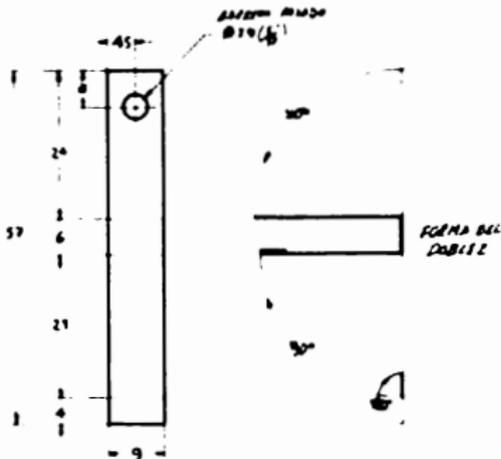


13  
238

NO	Fecha por	Fecha	Descripción de cambios
	aprobó por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA SOLUCIONES PROGRAMAS Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
MATERIALES	CONDICION POR EQUIPO	 ESO 21' 17TH REV ADD EN ENO DIBO GGG	
	NOVEDAD		
ACERO	NOMBRE	DISEÑO NO. 014-015 DIBO RIVEROS NIZA REVISO <i>[Signature]</i>	
	INDICADO		

NR

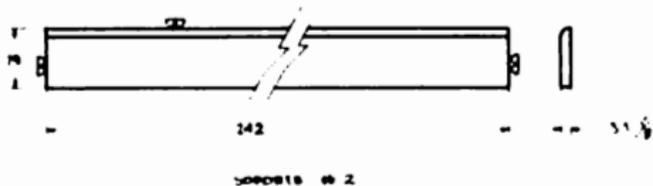
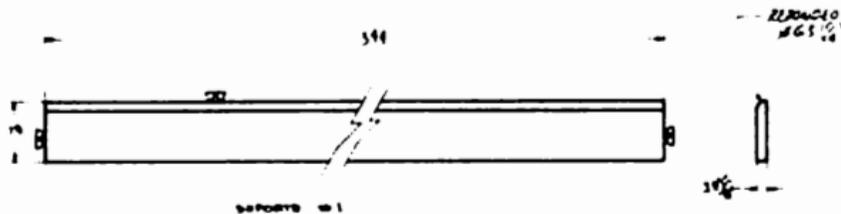
NOTAS:



NR	Hecho por	Fecha	distribucion de cambios	
	aprobado por			
CENTRO DE INSTRUMENTOS				
<b>U N Q M</b>				
PROYECTO: DISEÑO MECANICO PARA				
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION				
DEPARTAMENTO DISEÑO MECANICO				
Escalas	Revisado por	 EBC 211 ADOT 201 (20)	FECHA N.º 17	DISEÑO NO.
ACERO DE RUJE 15H ALCO	DISE nombre		DISEÑO 446	016
CAL 21	TENEDOR	DISEÑO EXPEDIENTE N.º 166	REVISOR	

58

NOTAS:

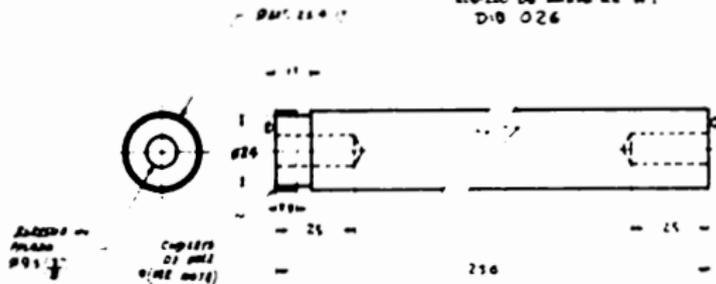


material	cantidad por equipo
ALUMINIO	UNO
	nombre
	INDICADO

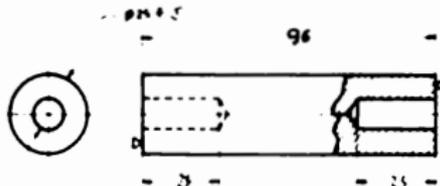
FECHA POR APROB. POR	FECHA	DISTRIBUCION DE CANTIDADES	
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO I ANEXO MECANICA PARA APENDICE PROGRAMAC - E. A. A. C. I.			
DEPARTAMENTO: DESP. METALIZO			
	ESC 1:1	FECHA 4/14	DISEÑO NO.
	ADOP. en 1966	DES. 1/466	018-018
Estado, Registro NAVA		REVISO	<i>[Signature]</i>

NOTAS:	
1	FINAR LA CUBIERTA DE HULE OBLIVEL DE ACORDO C/ALC. GUIA N.º 1 (DIBUJO 24)

RECIBO DE REVISION N.º 1  
DIB 026

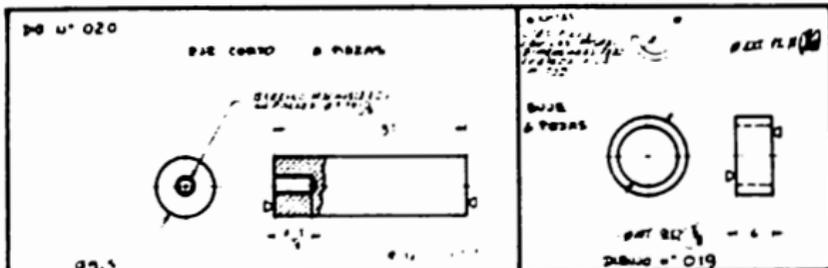


DIB LP 021

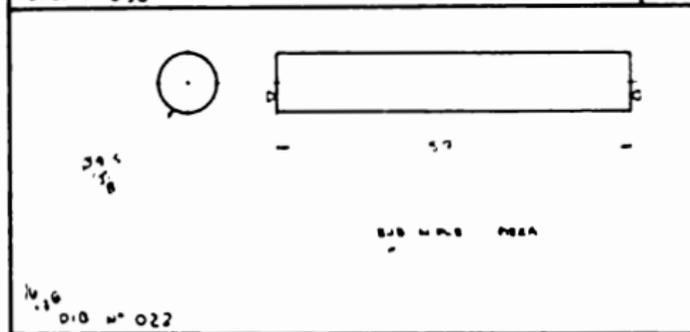
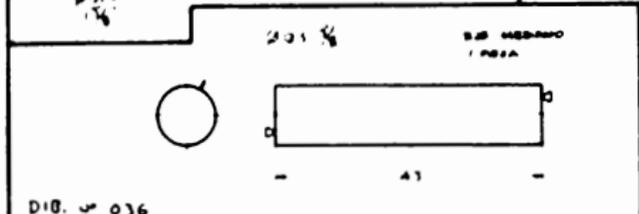


FECHA por aprob. por	FECHA	DESCRIPCION de cambios
<b>CENTRO DE INSTRUMENTOS</b>		
<b>U n a m</b>		
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION		
DEPARTAMENTO DISEÑO MECANICO		
	EDICION	FECHA N.º 1
	ADICION	FECHA N.º 2
DISEÑO	REVISOR	INDICADO
RECIBO	RECIBO	RECIBO

MATERIAL	CANTIDAD por copias
PLACA	100
...	...
...	...



NOTAS	
1	SEALIMBRE UNO DE LOS DOS COJINES QUE SE DAN EN LA LATA DE LA LATA
2	LOS BILLOS SE TAPANAN A MEDIDA DE TUBO DE LA LATA. DISEÑO N° 019. BILLO EN LA LATA

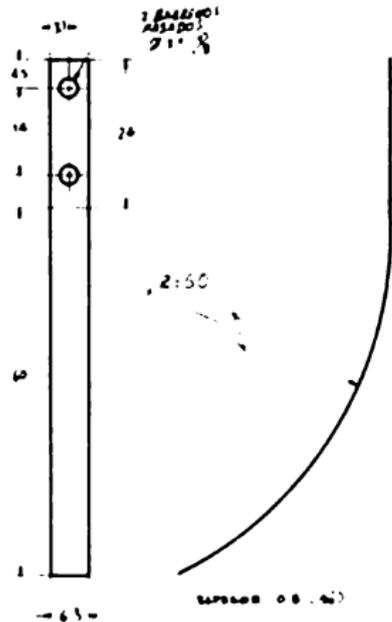


FECHA	REVISADO POR	REVISADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS
<b>CENTRO DE INSTRUMENTOS</b>				
<b>U n a m</b>				
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA MEDIR LA VELOCIDAD PROGRAMADA Y EVALUACION				
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO				
	ESC. 2:1	FECHA DEL DISEÑO	DISEÑO NO. 1001 A DO	
	REVISADO POR	FECHA DEL DISEÑO		
DISEÑO: ROBERTO NAVA		REVISADO:		

FECHA	REVISADO POR	REVISADO POR	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIOS

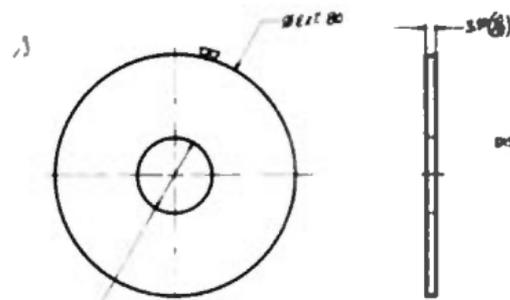
08

NOTAS:

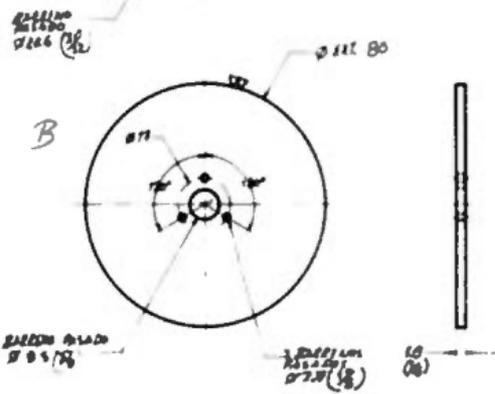


El	hecho por	hecho	distribucion de cambios
	aprobado por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA APENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
- ASO DE TUBO TEM- PLADO 01/17/74 (1/17/74)	UNLA	ESC 25'	PECHA 1/27/74
	FORMAS	ADDT DE DIAL	DIBUJO 2 & 3
MAPALLA	DEPTO. EDUCACION NAC.	REVISOR	223

autorizado	revisado por
	grupo
	UNLA
	FORMAS
	MAPALLA
	DEPTO. EDUCACION NAC.



DISCO GUIA 20 1



DISCO GUIA 20 2

NOTAS:

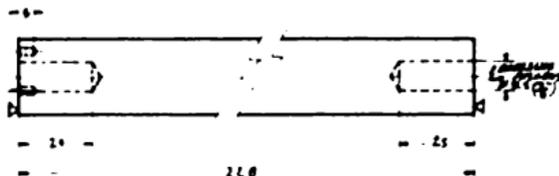
FECHA	FECHA	DESCRIPCION DE CAMBIO
APROBADO POR		
CENTRO DE INSTRUMENTOS		
<b>U n a m</b>		
PROYECTO: APUNTES MECANICO VAGA		
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION		
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO		
EST. 111	FECHA DE ELABORACION	DISEÑO NO.
REV. 01	024 - 025	
DISEÑO YAGNER, NORA	REVISOR	

material	cantidad por equipo
ALUMINIO	10
nombre	
INDICADO	

08

NOTAS:

071 25 4 7



019

3 OBTENIDO  
DE UN LA 08  
0 2 1 2

08	Fecha por elaborar	Fecha	distribución de cambios
----	-----------------------	-------	-------------------------

CENTRO DE INSTRUMENTOS  
**U n a m**

PROYECTO: APARATO MECANICO PARA  
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION

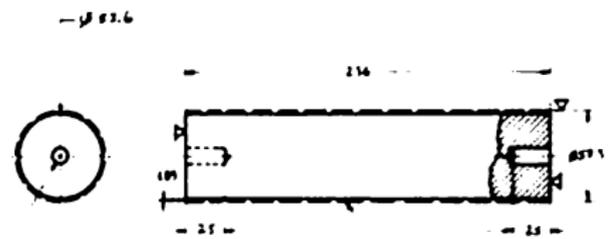
DEPARTAMENTO  
C SEÑO MECAT. 00

material	cantidad por cambio
P. V. C	1 NO
BAPE 1	RODILLO
Ø: 25.4	RODILLO ALIMENTADOR

	ESC. 1:1	FECHA RECIBI	SEÑAL RES.
	ADOT. (SILVA)	SEÑAL G&E	027
INGEN. RAMIRO NIZA		REVISO	

NR

NOTAS:



RALEIRO  
de 1/16" (0.0625")

CILINDRO DE  
NIAE

NR	fecho por	fecho	distribuição de materiais	
	aprov. por			
<b>CENTRO DE INSTRUMENTOS</b>				
<b>U n a m</b>				
PROJETO: APARATO MECANICO PARA ADRENECA E PROGRAMACO E VALORCAO				
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO				
material	cantidad por equipo			
	UNC			
Steel	nombre			
2 1/2	ACILLO DE			
2 1/2	ALANCE			
	ESC: 1:2	FECHA: 1.1.75	DISEÑO Nº	
	ADOT. EN (NM)	DISEÑO 446	028	
DISEÑO REVISOR: NAVA		REVISOR	- 5/6	

20

NOTAS:

055

211-95 3/8

- 085 -



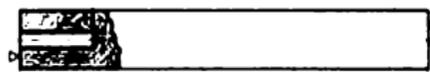
EJE BICENTRICO

- 5 -

QUILINOS  
25.00  
25.00  
25.00

211-95 3/4

- 12 -



- 60 -

QUILINOS  
25.00  
25.00  
25.00

EJE DE LA PERILLA

Elaborado por	Fecha	Descripción de cambios
Revisado por		

CENTRO DE INSTRUMENTOS

**U n a m**

PROYECTO: APARATO MECANICO PARA  
APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION

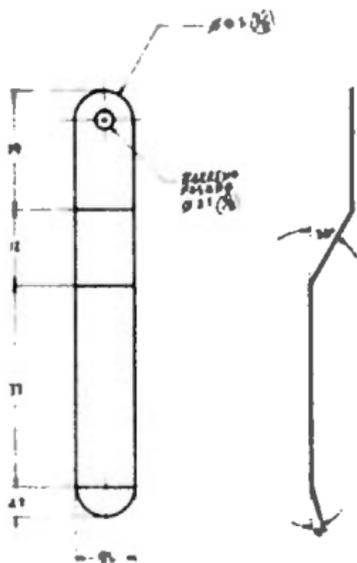
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO

Material	Obtenido por
BARRA N LATON 2 25x1 1/2	UNO nombre INDICADO

	Ø 21	FORMA R 17	DELAJ 08.
	ADOT 08 (PA)	DELAJ 666	055-029
DISEÑO	RODRIGO NAVE	REVISO	

NO

NOTAS:

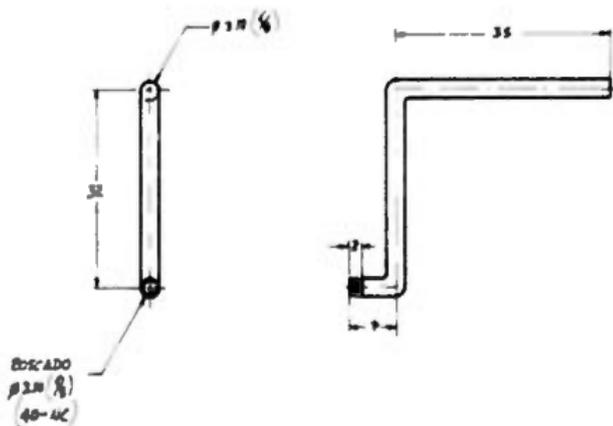


ESP	Fecha por aprobado por	Fecha	Descripción de cambios
<b>CENTRO DE INSTRUMENTOS</b>			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA MEDICION DE FROTAMIENTO Y DEFORMACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
material	cantidad por equipo		
	D.C.N		
LAJILLA DE LLENANTE	nombre		
CAL 24	SUSPENSION		
	ESC 2:1	FECHA 1978	HOJA 1
			
DISEÑO: ROLANDO NAVEA			

material	cantidad por equipo
LAJILLA DE LLENANTE	D.C.N
CAL 24	SUSPENSION

001

NOTAS

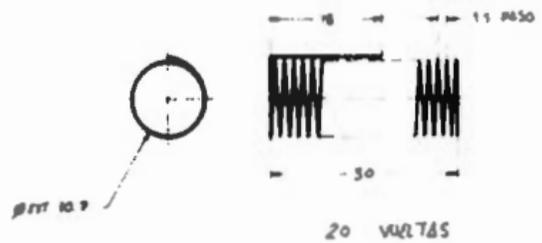


material	cantidad por equipo
ALUMINIO	100
nombre	
PLANCHAS	

fecha por	fecha	distribucion de cambios
aprob. por		
CENTRO DE INSTRUMENTOS		
<b>U n a m</b>		
PROYECTO: APUESTA MECANICA PARA SOLUCION DE PESOS MDC Y FUERZAS		
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO		
	ESC 211	FECHA 11/10
	MOD. AM. RE.	BOLETA 666
0.860	RODRIGUEZ	REVISO

10

NOTAS:



material	cantidad por equipo
ALUMINIO	1 UNO
2. 1. 1.	NOMBRE
	ESTADISTICA DE ACCIONES

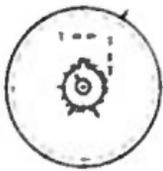
NO.	fecha por orden por	fecha	descripcion de cambios
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: ASISTENTE MECANICO PARA MORFEO ZAJE PULVERIZADOR Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
	ESC. 2:1	FECHA: 1/1/88	DIBUJ. NO. 012
	ACOT. EN MIL.	HOJA: 1 DE 1	
DISEÑO	ELABORADO: [signature]	REVISOR	[signature]

PM

NOTAS:

Ø 50.8 2"

SECCION  
PALADO  
DE W



= 20  
= 18 = 2 x 0.50



REDUCIDO  
1/2 - 640

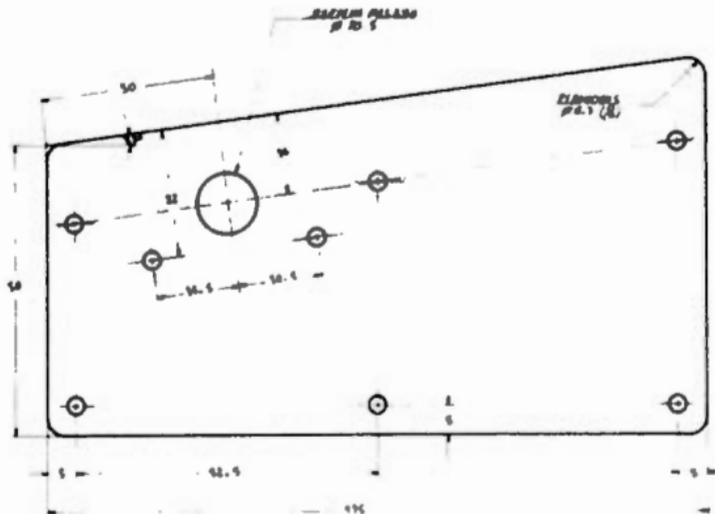
= 51

SECCION DE  
CASA DE  
2 3 1/2"

Ø 15  
REDUC 1

FECHA POR DISEÑADO POR	FECHA	DISTRIBUCION DE COPIAS	
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: DISEÑO MECANICO PARA AGENCIA DE FROENPADE Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO DISEÑO MECANICO			
	ESC 1:1	FECHA 1/11	DISEÑO N°
	ACOT 1/2	DISEÑO 1/11	033
DISEÑO	REVISOR	APR	REV

material	cantidad por cuerpo
ALUMINIO	1
ACERO	1
PERILLA	1



NOTA

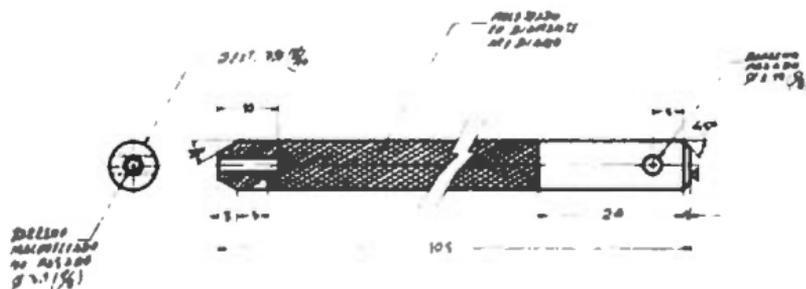
LOS BACHEMOS NO INDICADOS  
 TIRANOS DE 20 270 (H)

material	cantidad por cubierta
Aluminio 20 17 24 TIRANOS	UNA
	nombrados
	TAPA MONTAJE

NO.	Fecha por aprob. por	Fecha	descrip/quis
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO APRENDIZAJE PROGRAMADO Y S			
DEPARTAMENTO: DISEÑO			
	SEC. 277	FRANCO	
	ACT. 48 (P)	DEJAY	
DISEÑO: EUGENIO NAVA		REVISOR:	

NO

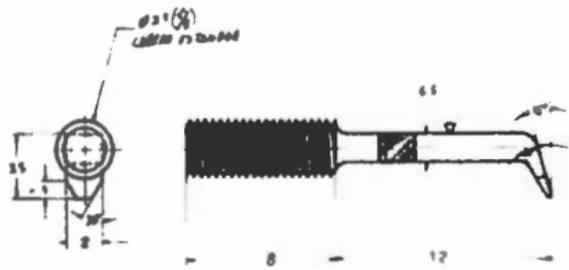
NOTAS:



CD	hecho por	fecha	distribución de nombres
CENTRO DE INSTRUMENTOS			
<b>U n a m</b>			
PROYECTO: APARATO MECANICO PARA APRENDIZAJE PROGRAMADO Y EVALUACION			
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO			
AUTOR	UNO	DISEÑO	FECHA H. 17
	NOMBRE		FECHA H. 17
HECHO		FECHA H. 17	057
DISEÑO MECANICO		FECHA H. 17	057

material	servicio por equipo
ALUMINIO	UNO
BAZZA	NOMBRE
2: 20	HECHO

NOTAS:



no.	hecho por	hecho	distribucion de cambios		
	aprob. por				
UNAM					
PROYECTO: DISEÑO MECANICO PARA APRENDIZAJE, PROGRAMACION Y EVALUACION					
DEPARTAMENTO: DISEÑO MECANICO					
DISEÑO DE MATERIAL	UNO		ESCALA	TITULO DISEÑO MECANICO	DIBUJO NO. 01
	nombre		AUT. del CAL DISEÑO MECANICO	DISEÑO MECANICO DISEÑO MECANICO	DISEÑO MECANICO DISEÑO MECANICO

autoridad	controlado por
	UNO
	nombre
	DISEÑO MECANICO



## CAPITULO IV.

### PRODUCCION

#### 4.1 Introducción.

Existen grandes diferencias entre la planeación para fabricar un prototipo y la planeación para producir unas decenas o centenas de éstos mismos, y quizá habra que rediseñar el original y planear en forma muy distinta en miles o decenas de miles.

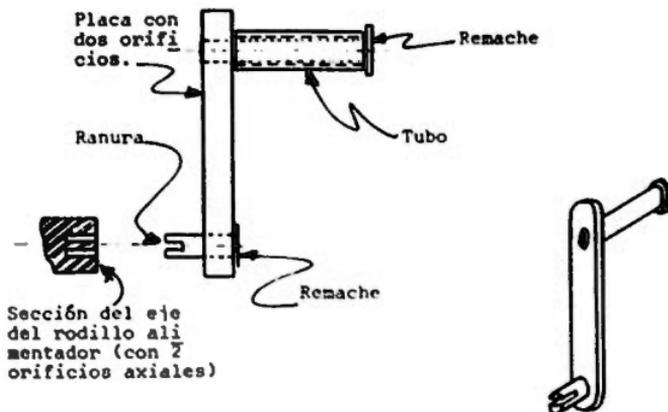
En esta sección se describen los procesos de manufactura ( 10,11 ) involucrados en la fabricación de cada una de las partes del prototipo, mismos que en algunos casos podrían seguirse utilizando aún cuando se tratara de producción media, y en otros, convendría cambiarlos por procesos diferentes que cumplan los mismos objetivos a menor costo.

Para fabricar económicamente este aparato se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

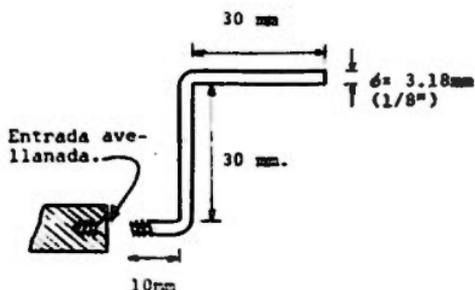
1. Diseño simple y funcional.
2. Selección de materiales de acuerdo a las propiedades físicas necesarias, facilidad de procesar y costo.
3. Selección del proceso más adecuado para terminar las piezas con una precisión no mayor de lo necesaria y al menor costo unitario.

Para ilustrar lo anterior se cita el siguiente ejemplo:

Se tiene el problema de rebobinar el papel del rodillo de arrastre número 1, al rodillo alimentador después de que ha sido leído. Existen un sinnúmero de formas para hacerlo, entre ellas: Girar el rodillo alimentador directamente con las manos, siendo necesario para ello destapar el aparato; o más cómodo sería poder desmontar este rodillo, rebobinar el papel y volverlo a montar; y todavía, mejor sería una manivela, desmontable para que el alumno no trate de retroceder las preguntas. Un diseño de esta manivela es como se muestra en el siguiente esquema:



Como se ve, esta manivela consta de 4 piezas y necesita que el eje tenga dos orificios axiales donde embone el remache ranurado. Este diseño es bastante funcional pero no es simple, ya que aún cuando las piezas son simples hay que armarlas. Otro diseño de manivela consta de una barra de latón de 3.18 mm (1/8") con rosca STD. en uno de los extremos y doblada en forma de "Z" la cual embona en el eje del rodillo alimentador atornillándose en un orificio con cuerda STD. de 3.18 mm (1/8"). Dicho orificio se avellana para facilitar el acoplamiento

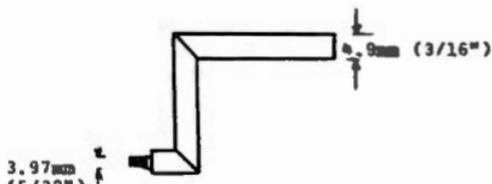


A simple vista se ve que este diseño es mucho más sencillo que el anterior y no deja de ser funcional; 3 hilos en la rosca son suficientes para que embraque la manivela y dé vuelta al rodillo de arrastre; girando tres vueltas en sentido contrario puede ser retirada fácilmente.

En el caso de producir más de una pieza, se consigue ahorro de tiempo si se aplica a todas ellas el mismo proceso; por ejemplo: Primero se cortan todos los segmentos; luego se doblan uno por uno y por último se les hace la rosca a todos.

Otro cambio que podría hacerse, para ahorrar el tiempo usado en marcar el lugar del doblez sobre las barritas, sería colocar un tope a 10 mm de los bordes de las mordazas del tornillo, esto serviría para doblar a 1 cm todas las barritas, y luego, se cambiaría dicha distancia a 30 mm para hacer el segundo doblez.

Sin embargo, si se tratara de miles, convendría hacer un molde para inyección de algún plástico que reúna las características necesarias y que por cada golpe se obtuvieran unas 10 o más piezas. Además, quizá tendría que cambiarse el diseño original por cuestiones de rigidez, por ejemplo todo el cuerpo de la manivela de 4.9 mm ( $3/16''$ ) de grueso y en un extremo rosca STD de 3.28 mm ( $1/8''$ ), 3.97 mm ( $5/32''$ ) o 4.9 mm ( $3/16''$ ). De este modo se tendría un gran ahorro por concepto de mano de obra y tiempo de fabricación.



Respecto a la selección del material, se pensó en el latón por ser el mismo que se utiliza en el eje, es decir, misma dureza, inoxidable, facilidad de procesar y costo que aunque existen otros más baratos no reúnen los mismos requisitos.

Por último, los procesos elegidos en este caso son manuales y se describen a grandes rasgos a continuación:

1. Cortar siete cm de barra de latón redonda de 3.18 mm ( $1/8''$ ) utilizando un tornillo de banco y un arco con segueta de diente fino.
2. Hacer los dos dobleces a  $90^\circ$  para formar la "Z" utilizando el mismo tornillo de banco y un martillo, o bien, una dobladora.
3. Generar tres hilos de rosca en el extremo más corto usando un maneral con dado para rosca STD de 3.18 mm ( $1/8''$ ), sujetando la pieza en el mismo tornillo de banco.

De lo anterior debe notarse que: a) La pieza no requiere precisión extrema; b) El material se encuentra semi-elaborado en el mercado, es decir, ya es barra de latón redonda de 3.18 mm ( $1/8''$ ); c) El utensilio empleado es relativamente barato; d) Cortar antes de doblar significa no manipular largos excesivos; e) Doblar antes de roscar significa no maltratar la rosca; f) Esta planeación es para fabricar pocas piezas.

## Trabajo en el torno.

El torno mantiene una pieza en rotación, por lo cual se genera una velocidad angular, que se acostumbra manejar en RPM, y una velocidad tangencial, la cual depende de la velocidad angular y el radio de giro, comúnmente expresada en m/min. Esta última debe ser lo más aproximada a la velocidad de corte del material (12) puesto que es la velocidad relativa entre la pieza en rotación y la herramienta de corte que se considera fija. Si la velocidad angular que puede ofrecer un torno es de variación continua (13) se obtendrá con precisión la velocidad deseada. Por el contrario, si la variación es discreta, deberá elegirse la más adecuada entre las que son fijas, siendo ésta por lo general la inmediata inferior a la velocidad de corte recomendada (14) según el material de la pieza en cuestión. Sin embargo, tal límite de velocidad puede ser rebasado utilizando mejores técnicas en el afilado de herramientas de corte (12,13) y los lubricantes o refrigerantes más adecuados para cada caso.

La velocidad angular "n" puede calcularse, conociendo la velocidad de corte "V.C." y el diámetro "ϕ" de giro con la expresión:

$$n = \frac{V.C.}{\phi} \times 1000$$

donde n está en r.p.m.  
v en m/min  
ϕ en mm.

## .1 Procedimientos de Torneado.

Además del movimiento principal producido por la rotación de la pieza se tiene un movimiento de avance de la herramienta de corte con respecto al eje de rotación. De este último movimiento se puede deducir que:

- a) Cuando la herramienta de corte viaja en una línea paralela al eje, se obtienen piezas cilíndricas, en cuyo caso al procedimiento se le denomina cilindrado. Con este mismo movimiento se pueden obtener roscas, llamándose ahora torneado o tallado de cuerdas al torno.
- b) Cuando la herramienta de corte viaja perpendicularmente al eje, se obtienen superficies planas también perpendiculares a éste. Si esta operación se realiza en el extremo libre de la pieza al procedimiento se le denomina refrentado o torneado al aire, mejor conocido como careado. En cambio si se realiza en su cuerpo el procedimiento se puede llamar tronzo do en caso de que la herramienta de corte llegue al eje de rotación, y racurado en el caso contrario.
- c) Finalmente, cuando la herramienta viaja en forma oblicua al eje, se obtienen piezas cónicas. Por otra parte, se pueden tener en cada caso anterior herramientas de corte con los filos adecuados para lograr los acabados superficiales requeridos, o bien herramientas de corte especiales

ante para obtener un torneado de forma determinada, en cuyo caso a los procedimientos se les llama moleteado y torneado de piezas perfiladas o de orma, respectivamente.

Los procedimientos descritos anteriormente pueden ser usados para torneear una pieza en su exterior interior, hablando en cada caso de torneado exterior o torneado interior.

Dispositivos de Sujeción Empleados.

Una pieza cilíndrica puede sujetarse con un chuck plato de tres mordazas, quedando centrada autos

rar una superficie plana perpendicular al eje y luego centrada con una broca de centros adecuada al tamaño y peso o fuerza transversal aplicada a la pieza .

En el cabezal móvil puede colocarse también un - chuck para sujetar brocas, ya sea de centros o pa- ra hacer barrenos parciales, aprovechando la ro- tación de la pieza. En ocasiones suelen colocar- se machuelos para roscar, pero haciendo manualmen- te el giro de ésta.

#### 4.2.3 Piezas Obtenidas por Torneado.

Básicamente, el torno fue usado para refrentar to- dos los rodillos y hacerles sus barrenos en los ex- tremos; únicamente fue cilindrado el rodillo de - avance por su diámetro tan especial, mientras que los demás pueden conseguirse comercialmente al diá- metro requerido. También se cortaron todos los - ejes y los bujes, ya que por medio del tronzo - las superficies resultantes fueron satisfactorias; además, al igual que en los rodillos, el material se encuentra semielaborado en las medidas comercia- les utilizajas, tanto en la varilla de latón para los ejes como el tubo del mismo material para los bujes. Por último, otras dos piezas obtenidas en el torno son la perilla y el mango, ambas de alumi- nio. Todos los detalles de estas piezas pueden - verse en la ruta de trabajo correspondiente.

#### 4.3 Trabajo en el Cepillo.

A diferencia del torno, en el cepillo se obtienen

por lo general superficies planas, aún cuando pueden obtenerse también superficies curvas.

Esta máquina suministra a la herramienta de corte un movimiento reciprocante, formado por una carrera de trabajo y otra en vacío durante la cual el útil se refrigera. Es claro que estas velocidades varían desde cero, en los extremos de las carreras, hasta un valor máximo a la mitad de las mismas, virtud por la cual el número de dobles carreras por minuto o RPM deben calcularse considerando como máxima velocidad de la carrera de trabajo a la velocidad de corte del material maquinado y a la longitud de la carrera.

Por otra parte, debido al mecanismo de accionamiento principal, la carrera de trabajo se realiza en mayor tiempo que la carrera en vacío y esta diferencia es proporcional a la longitud de trabajo: Mientras menor sea la longitud, menor será la diferencia de velocidades, y viceversa. Sin embargo, para fines prácticos de cálculo puede tomarse la relación :

$$v_v = 2 V.C$$

Donde  $V$  = Vel. de la carrera en vacío  
 $v$

$V.C$  = Vel. de corte del material

Conociendo las dos velocidades puede obtenerse una velocidad media utilizando la expresión:

$$V_m = \frac{2V.C.V_v}{V.C.+V_v}$$

y como  $V_v = 2 V.C.$

Se tiene  $V_m = \frac{4}{3} V.C.$

entonces el número de dobles carreras por minuto o r.p.m. es:

$$n = \frac{V_m}{2.L}$$

$$n = \frac{2}{3} \frac{V.C.}{L}$$

Donde  $n =$  r.p.m.  
 $V.C. =$  Velocidad de corte (m/min)  
 $L =$  Longitud de la carrera (m)

El movimiento de avance se logra al variar la posición de la pieza trabajada, sujeta sobre la mesa, durante la carrera en vacío. Debido a este movimiento se generan superficies horizontales, verticales e inclinadas.

Al igual que en el torno, la profundidad de corte, el avance, velocidad de corte y filo de la herramienta son factores determinantes en el acabado de la superficie, es decir, existen útiles de desbastar y de afinar así como útiles de formas especiales para ob-

tener diversos estilos de piezas perfiladas. Combinando por ejemplo un útil de afilar con velocidad de corte grande, avance pequeño y poca profundidad de corte, se pueden obtener superficies bastante lisas.

#### 4.3.1 Piezas obtenidas por cepillado.

Las únicas piezas que necesitaron de este proceso, - fueron: La contraplaca, el peine y las teclas que forman parte del módulo de perforación pues los materiales empleados no se encuentran comercialmente a las medidas requeridas, por lo que se obtuvieron a partir de materiales menos elaborados.

El fleje, comprado recocado para su fácil maquinado, se corta en la cizalla a modo de obtener diez barritas con 2 mm más de longitud para después maquinar el punzón de la tecla. Todas ellas, antes de ser dobladas, se colocan en tal manera que sus costados formen una superficie plana horizontal, sujetándolas con una prensa atornillada en la mesa del cepillo. En este caso la longitud de la carrera es igual al largo de las barritas más 10 mm por longitudes anterior y ulterior.

Siendo la velocidad de corte 22 m/min y la longitud de la carrera 152 mm, el número de r.p.m. aproximado es:

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{22}{0.152} = 96 \text{ r.p.m.}$$

Sin embargo, las r.p.m. máximas que se pueden obtener

en el cepillo disponible son 76, por lo que el cálculo del tiempo invertido se hizo con este dato.

Más detalles en la fabricación de estas piezas pueden verse en las rutas de trabajo correspondientes.

#### 4.4. Trabajo en el Taladro.

Es necesario aclarar el sentido de la palabra "taladro" ya que algunos autores la utilizan para denominar al orificio hecho por una máquina de taladrar. - Sin embargo, el uso común de la palabra "taladro", en México, se utiliza para designar a la máquina que hace los orificios, los cuales a su vez acostumbran llamarlos barrenos o agujeros.

El taladro, es una máquina diseñada para soportar únicamente esfuerzos axiales, así como las herramientas de corte que éste utiliza. No obstante, el mal uso del taladro al forzarlo en trabajos como el fresado, ocasiona un deterioro en sus cojinetes dando por resultado un barrenado impreciso tanto en el lugar como en el diámetro del agujero.

Si bien el taladro ejecuta barrenos pasados, ciegos o cónicos al utilizar una broca determinada, también puede dar acabado a los agujeros ya hechos con procesos de afinado, esmerilado, escariado, etc. o simplemente hacer un barreno de diámetro mayor en el mismo lugar del anterior. Para estos últimos se han de utilizar herramientas especiales, por ejemplo (13): Broca para agujeros profundos, broca de centrar, broca -

hueca, broca de extensión, etc.

Igual que en el torno y el cepillo, en el taladro se necesitan dos movimientos: El principal y el de avance. El primero depende de la rotación de la herramienta de corte y el segundo del desplazamiento axial de la misma. Las r.p.m. de la broca, que proporcionan el movimiento principal, pueden calcularse con la expresión

$$n = \frac{V.C.}{\phi} \times 1000$$

donde V.C.: Vel. de corte del material (m/min)  
 $\phi$  = diámetro de la broca (mm)

ya que V.C. es igual a la velocidad tangencial de la broca que depende de su diámetro y las r.p.m.

Las formalidades anteriores, en ocasiones salen sobrando. Tal es el caso de taladrar orificios de 6.4 mm (1/4") o menores que han de hacerse con taladro eléctrico de mano para diámetros hasta 6.4 mm (1/4") el cual tiene una velocidad fija de 1200 r.p.m. Sin embargo, habrá que tomar precaución para no utilizar brocas al carbón, las cuales sólo pueden utilizarse con velocidades mucho menores.

Por último, el valor de n encontrado en tablas o por la anterior fórmula, por lo general no coincide con alguno de los valores que puede brindar un taladro de variación discreta, de modo que acostumbra tomarse la inmediata inferior y, en algunos casos, si se cuenta

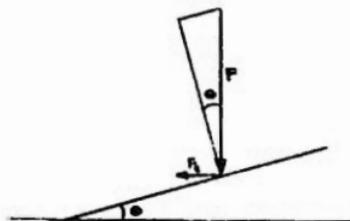
con buena refrigeración o se reduce el avance, puede tomarse la inmediata superior.

#### 4.4.1 Procedimiento de taladrado.

Primero.- Es necesario trazar con precisión el lugar donde ha de ejecutarse el barreno. Si es sobre metal conviene entintar la superficie para que se noten los trazos.

Segundo.- Con un punto de acero golpeado por un martillo se marca el lugar preciso del orificio, esto permite que la broca "anide" en el pequeño hundimiento causado por el punto de acero, con lo cual se asegura la precisión del lugar del barreno.

Tercero.- Colocar la pieza y sujetarla de tal forma que el avance sea normal a la superficie, es decir, la broca debe penetrar perpendicularmente. Esto impide que la herramienta de corte se rompa por fatiga, ya que si trata de penetrar en forma oblicua, habrá una componente transversal de la reacción de la superficie.



Esta fuerza transver

sal está dada por

$$F_r = F \operatorname{Sen} \epsilon \operatorname{cosec} \epsilon$$

donde se ve que es

máxima para  $\epsilon = 45^\circ$

y mínima para  $\epsilon = 0^\circ$  y

$\epsilon = 90^\circ$ . Al flexionar

se la broca y debido

a la rotación de ésta, la deformación es repetitiva y en todos los sentidos radiales, produciéndose la fatiga antes mencionada.

Cuando se quieren orificios de mucha precisión, con viene elegir la broca inmediata inferior al diámetro deseado, y después rectificar, para lo cual el taladro debe de estar en buenas condiciones y no expuesto a vibraciones. Otros procedimientos de taladrado pueden consultarse en la referencia (13).

#### 4.4.2 Piezas Barrenadas por Taladro.

Como se indicó anteriormente, el torno puede ser usado convenientemente para hacer barrenos, pues se puede evitar el tiempo invertido por sujeción, traslado al taladro y nuevo centrado, de modo que todas las piezas terminadas en torno que requieren de orificios axiales en el centro, son barrenadas en esa misma máquina. Tal es el caso de todos los rodillos y dos de los ejes que llevan orificio en un extremo.

Las otras piezas no torneadas que requieren orificios son sujetadas en la mesa del taladro de columna mediante una prensa para ser perforadas con precisión, por ejemplo: Las placas, la tapa de acoplamiento, los discos guía y otras piezas no torneadas que sería largo enumerar. También se usa el taladro eléctrico de mano para perforaciones que no requieren mucha precisión, sujetando la pieza en un tornillo de banco.

#### 4.5. Trabajo en la Fresadora.

La fresadora es una máquina diseñada para soportar cargas tanto axiales como transversales en el uso. También las herramientas de corte que utiliza, llamadas fresas tienen filos diseñados de modo que corten el material de la pieza maquinada al desplazarse axial o transversalmente al eje de giro del útil, así la fresadora puede hacer las veces de taladro pero como es de esperarse, a un costo mayor por lo que conviene emplearla para otro tipo de mesteres donde se haga indispensable su uso.

En esta máquina también entran en juego los movimientos principal y de avance. El primero se obtiene al girar la fresa, y el número de r.p.m. está en función de la velocidad de corte y el diámetro de la misma. El segundo se obtiene al mover la pieza contra la herramienta de corte, transversal o axialmente. Con estos dos movimientos y la fresa con forma y tamaño adecuados, se pueden obtener una amplia gama de superficies de formas muy precisas y acabados muy finos.

De la misma manera que en el taladro, las r.p.m. pueden obtenerse con la fórmula:

$$n = \frac{V.C. \times 1000}{\phi}$$

donde

n = r.p.m

V.C. = velocidad de corte (m/min)

$\phi$  = diámetro máximo de la fresa (mm)

Una vez calculada "n" se selecciona en la máquina la inmediata inferior, sin embargo, en ocasiones se selecciona la inmediata superior por su cercanía y buena lubricación de la herramienta de corte.

Para mayores detalles puede consultarse la referencia (13).

#### 4.5.1 Piezas Obtenidas en la Fresadora.

Esta máquina sólo se utilizó para maquinar el punzón de las teclas, las cuales requieren una precisión de 0.01 mm y el peine de perforación que requiera de la misma precisión.

#### 4.6. Rutas de Trabajo.

El costo de un aparato depende en mucho del proceso y el tiempo empleados en la manufactura de sus piezas, por ello es necesario planear la ruta de trabajo más adecuada a cada una de ellas en función del material, forma y cantidad.

La elaboración de las rutas de trabajo para las piezas de este aparato se basa en los planos incluidos en el capítulo anterior y pueden ser empleadas para los fines siguientes:

- a) Seguir la secuencia planeada de los procesos de fabricación que han de llevar a una pieza a su forma final.
- b) Programar el uso de las máquinas- herramientas

disponibles en el taller.

- c) Saber si es suficiente la maquinaria con que se cuenta o es necesaria la adquisición o renta de otra.
- d) Saber si se tiene la herramienta, accesorios e instrumentos de medición necesarios.
- e) Elegir las r.p.m. correctas con base en las velocidades de corte de los materiales.
- f) Elegir el lubricante o refrigerante más adecuado
- g) Tener una idea del tiempo requerido para la fabricación de cada pieza.
- h) Poder calcular el costo de las piezas terminadas en base al material y tiempo de fabricación por el costo hora/hombre, es decir material y mano de obra.

Las rutas de trabajo que se muestran tienen algunos datos de control, a saber: Proyecto, quien ordenó, departamento, nombre de la pieza, dibujo donde se encuentra, material, y velocidad de corte de este último <sup>a</sup>. Dichas rutas tienen una secuencia que responde principalmente al uso del torno

---

<sup>a</sup> Aún sabiendo que la velocidad de corte del material puede variar según la operación (desbastado, afinado, etc.), el filo de la herramienta y la lubricación empleados, se elige la de desbaste más común para tener una referencia fija.

número 3 del taller del Centro de Instrumentos, ya que al elegir todas las piezas que han de manufacturarse por torneado, el tiempo de preparación de la máquina no ha de repetirse para cada pieza, por lo cual sólo aparece en la primera ruta de trabajo mostrada que corresponde al mango.

#### 4.6.1 Tiempo de trabajo.

Aún cuando han sido establecidas algunas normas para la determinación del tiempo de trabajo (13), conviene estudiar concretamente las condiciones de trabajo de cada taller y en base a ellas estimar los tiempos y movimientos necesarios para realizar operaciones generales.

Al estilo de la referencia (13), el tiempo disponible o total se compone de 4 partes: Tiempo de preparación, tiempo principal, tiempo accesorio y tiempo a prorropear.

Tiempo de preparación.- Es el empleado en preparar las herramientas y los medios auxiliares así como en guardarlos en su lugar destinado, por ejemplo: Leer el plano, preparar la máquina, traer y llevar las herramientas o materia prima. Se estima en este caso un tiempo de 180 segundos para sacar del almacén la materia prima necesaria indicada en el dibujo correspondiente. Debe notarse que este tiempo sólo se requiere al iniciar.

Tiempo principal.- Es el que utiliza la máquina para

darle forma a la pieza y puede ser calculado con los parámetros de corte usando la expresión:

$$t = \frac{60 L_s}{n \cdot s}$$

donde

t - tiempo principal (s)

$L_s$  = longitud total (mm)

n = r.p.m. (rev./min)

s = avance (mm/rev)

Tiempo accesorio.- Es el empleado en: Medir, sujetar y soltar piezas o herramientas, poner el útil en posición de corte y afilarlo.

Tiempo a prorratear.- Es el tiempo perdido que puede tomarse como margen debido a circunstancias no previstas tales como perturbaciones en el accionamiento, afilado no previsto etc. Se estima en este caso un 10% del tiempo disponible.

Con el objeto de facilitar el cálculo de los tiempos de preparación y accesorio empleados en las cuatro máquinas herramienta principales se cronometró el tiempo empleado para llevar a cabo ciertas acciones de preparación y accesorios obteniéndose la siguiente estimación en segundos.

## TORNO.

<u>Preparación</u>		<u>Accesorio.</u>	
a) Lubricar	120	a) Formar buril	300
b) Colocar plato	60	b) Afilar buril	80
c) Colocar portaútil	20	c) Colocar Útil	10
d) Colocar Útil	10	d) Cambio de Útil	20
e) Colocar pieza redonda	10	e) Medir	20
f) Colocar pieza cuadrada	300	f) Voltrear pieza	15
g) Colocar perro de A.	10		
h) Cambio de r.p.m.	15		

## CEPILLO

<u>Preparación</u>		<u>Accesorio.</u>	
a) Lubricar	120	a) Formar buril	300
b) Colocar portaútil	20	b) Afilar buril	80
c) Colocar Útil	10	c) Cambio de Útil	20
d) Colocar pieza	60-300	d) Medir	20
e) Cambio de r.p.m.	10	e) Voltrear pieza	60-300

## FESADORA

<u>Preparación</u>		<u>Accesorio.</u>	
a) Lubricar	120	a) Cambio de Útil	20
b) Colocar portaútil	60	b) Voltrear pieza	60-300
c) Colocar Útil	10	c) Medir	20
d) Colocar pieza	60-300		
e) Cambio de r.p.m.	10		

## TALADRO.

<u>Preparación</u>		<u>Accesorio</u>
a) Lubricar	60	a) Cambio de Úril 20
b) Colocar portaútil	50	b) Voltear pieza 60-300
c) Colocar útil	10	c) Medir 20
d) Colocar pieza	60-300	
e) Cambio de r.p.m.	10	

Para otras máquinas empleadas como la cizalla, sierra, dobladora, etc. puede estimarse un tiempo global que incluya por ejemplo el traslado de la pieza, su colocación, etc. y en cada caso dicho tiempo dependerá de los obstáculos naturales que existan como tamaño, peso y forma de la pieza, distancia por recorrer u otras que sean de consideración.

En las rutas de trabajo empleadas que se muestran a continuación, entre los parámetros de corte aparece la velocidad de corte aproximada ya que para cada material y acabados superficiales específicos puede variar. Con esta velocidad de corte, se calcularon las r.p.m. según el procedimiento de maquinado utilizando las fórmulas estudiadas anteriormente, representadas por la letra "n". Este número n calculado mediante la fórmula, por lo general no coincide con el que aparece en las rutas porque se ha utilizado el número real de r.p.m. que puede ofrecer la máquina.

Del mismo modo, los tiempos fueron calculados utilizando lo estudiado en la sección 4.6.1

PROYECTO: APARATO DE APENDIZAJE PROGRAMADO				PIEZA: MANGO						
OPERO: F. 08LEP70 HAVA		DEPTO. DIGERO.	MAT.: ALUMINIO		V.C. 120 R/din	DIAJINO 0 17				
#	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS T I F U P O				
						ME	PRI	ACC	PRO	EM
1	Cortar barra redonda de 7.9 mm de diámetro.	MESA	Tornillo de Banco. Arco	Segueta 24 inx12T	Ninguno	Ø = 7.9 N = 60 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 7.9	180	15.6	-	- 195
2	Centrar cara "A" (Centrar en mm)	Torno No. 3	chuck de 150 mm portabarril de 6.4 mm. Mag	Buril 6.4mm acero rápido, filo de recno redondo.	Ninguno	Ø = 7.9 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> =	110	0.5	110	- 215
3	Centrar cara "A"	Misma	Cabezal universal Broquero	Broca de centro Al din 332.	Ninguno	Ø = 2.0 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> =	-	0.4	20	- 20.4
4	Moletear (Centrar en mm)	Misma	Punto garrtorio.	Moleteador xl din 82	Ninguno	Ø = 7.9 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> =	-	0.3 7.9	40	- 41.4
5	Tronzar lado "A"	Misma	fissa operación 1.	Cuchilla de Tronzar.	Ninguno	Ø = 7.9 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 5	-	0.5	20	- 20.5
6	Barrenar cara "A"	Misma	Broquero	Broca 2.4mm acero rápido.	Ninguno	Ø = 2.4 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 10	-	1	40	- 41

**RUTA DE TRABAJO.**

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA: MANGO			V.C. 120 m/min INTALTO 0 37					
DEPTO. DISEÑO			MAT.: ALUMINIO								
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	herramienta GENERAL	herramienta DE CORTE	LUBRICANTE O REFFIG.	PARAMETROS DE CORTE		T I F L P O			
						V <sub>c</sub>	f <sub>m</sub>	ACC	PROG		
1	Hacer chavilán a 30°	Misma	Misma de operación 2.	Buril 6.4mm acero rápido filo derecho. Redondeado.	Ninguno	d=2.4 N=1,200 S=0.5 L <sub>c</sub> =5	-	0.5	20	-	20.5
2	Machuclear barreno de la "A".	Misma	Maneral	Machuelo de rosca STD 3.17 mm (1/8")	Manteca de cerdo	d=3.1 N=15 S=0.7 L <sub>c</sub> =10	-	67.5	20	-	77.5
3	Colocar la pieza y refrigerar para "B" (dar longitud)	Misma	Misma operación 2.	Misma operación 1.	Ninguno	d=7.9 N=1,200 S=0.5 L <sub>c</sub> =5	-	0.5	40	-	40.5
4	Hacer chavilán de "	Misma	Misma operación 2.	Misma operación 2.	Ninguno	d=2.4 N=1,200 S=0.5 L <sub>c</sub> =5	-	0.2	2	-	7.2
5	Hacer barreno transversal de 3.17 mm pasado.	Taladro de columna.	Broquero	Broca 3.17 acero rápido.	Ninguno	d=3.17 N=1,400 S=0.4 L <sub>c</sub> =10	60	0.86	45	-	105.86
						d=					
						f=					
						S=					
						L <sub>c</sub> =					
							TOTAL	899	12		
							PRO	89	31		
								889	43	0.86	
								16.4	3	2.11	

RUTA DE TRABAJO.

TÍTULO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA: EJES CORTOS				V.C. 70 =/min				DIBUJO 20	
OBJETO: BICOBOLPITO HAVA		DIBUJO: DISEÑO.		MATERIA: LATON							
DESCRIPCION DE LA OPERACION	MQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE		T I E U P o				
					DE	RE	MIN	PM	ACC	PRO	OTR
Retar 335 mm de espesor de latón 1.5 (1/8").	Mesa	Tornillo de banco y arco.	Segueta 24 in x 12T	Ninguno	Ø = 9.5 N = 60 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 9.5	180	19	-	-	-	199
Preparar cara "A"	Torno 3	Portaburil recto 6.4mm	Buril SS 6.4, filo derecho redondeado.	Ninguno	Ø = 9.5 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 5	10	0.5	-	-	-	10.5
Entrar cara "A"	Misma	Broquero Cabezal móvil.	Broca de Centros A 1 DIN 332	Ninguno	Ø = 1 N = 1,200 S = 0.1 L <sub>c</sub> = 1	-	0.5	20	-	-	20.5
Preparar cara "A" 2.38 (1/8")	Misma	Misma	Broca SS 2.38mm	Ninguno	Ø = 2.38 N = 1,200 S = 0.1 L <sub>c</sub> = 8	-	4	20	-	-	24
Chuelear cara "A" 3.18 (1/8")	Misma	Misma de operación 3.	Machuelo 3.18mm rosca STD	Manteca de cerdo.	Ø = 2.38 N = 1,200 S = 0.1 L <sub>c</sub> = 6.3	-	300	20	-	-	310
Preparar a 31mm	Misma	Misma de operación 3.	Cuchilla de tronzar	Ninguno	Ø = 9.5 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 5	-	6.5	40	-	-	42

RUTA DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA EJS: MED. NIPL. PERILLA EXCENTRICO									
OPERNO: NI SUELTO NAVA		DEPTO. DISEÑO.		MAT.: BARRA DE LATON		V.C. 70 - 1/16		DIBUJO VARIOS			
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFFIG.	PARA METROS		T I F M P O			
						DE CORTE	DE	TR	PR	ACC	PRO
	Repetir operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	$\phi = 9.5$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	1	40	-	41
8	Trazar a 43mm	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Ninguno	$\phi = 9.5$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	0.5	20	-	20.5
	Trazar a 57mm	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Ninguno	$\phi = 9.5$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	0.5	20	-	20.5
1	Centrar para "A"	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Ninguno	$\phi = 1$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	0.5	20	-	20.5
1	Repetir operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Ninguno	$\phi = 9.5$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	4	20	-	24
1	Repetir operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Misma operación 1.ª	Ninguno	$\phi = 9.5$ $N = 1.200$ $S = 0.1$ $L_c = 5$	-	100	20	-	120

RUTG. DE. LABORATORIO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO				PIEZA: EJE EXCENTRICO							
OPERARIO: FLORENTE NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: LATON		V. C.: 70m/min.	DIBUJO 35-29					
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	MEDIDAMIENT GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REPPIC.	PARAMETROS T. I. E. M. F. O.					
						DE CORTE	PRE	PRIM	ACERO	707	
13	Trazar a 66 mm.	Misma operaci3n 6.	Misma operaci3n 6.	Misma operaci3n 6.	Ninguno	d = 9.5 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 5	-	0.5	20	-	20.5
14	Trazar a 41.5 mm.	Misma operaci3n 6.	Misma operaci3n 6.	Misma operaci3n 6.	Ninguno	d = 9.5 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 5	-	0.5	20	-	20.5
15	Trazar punto excéntrico.	Mesa	tinta; Compas de puntas, punto, martillo	--	--	d = --- N = --- S = --- L <sub>t</sub> = ---	-	180	-	-	180
16	Repetir operaci3n 4 y 5.	Misma operaci3n 4 y 5.	Misma operaci3n 4 y 5.	Misma operaci3n 4 y 5.	Ninguno	d = 2.38 N = 1,200 S = 0.1 L <sub>t</sub> = 6	-	340	-	-	340
						d = N = S = L <sub>t</sub> =					
									TOTAL: 1.67 PRC		162.4
											1,786.4 seg
											29.77 min.



PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA: RODILLO ALIMENTADOR								
OPERO: RICARDO NAVA			DEPTO. DIGERO		MAT. PVC		V.C. 250 r/min OTRINO 27				
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE		T I E P O			
						TK	PRI	ACC	OTRO		
1	Cortar 130mm de PVC $\phi = 1.4$ mm. (1")	Mesa	Tornillo de banco, arco	Segueta de diente STD.	Ninguno	$\phi = 25.4$ N= 60 S= 0.5 L <sub>t</sub> = 25.4	180	0.8	20	-	20.0
2	Refrentar cara "A"	Torno 3	Chuck 3M 150mm (6") Portaburil derecho (1.4")	Buril SS filo redondo deado 0.4 (1/4")	Ninguno	$\phi = 25.4$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>t</sub> = 15	10	1.5	20	-	31.5
3	Centrar cara "A"	Misma	Broquero cabezal de vil.	Broca de Centros A 3 DIN 332	Ninguno	$\phi = 8$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>t</sub> = 10	-	1	20	-	21
4	Barrenar $\phi = 3.5$ mm (3/8")	Misma	Misma anterior.	Broca SS 9.5mm (3/8")	Ninguno	$\phi = 9.53$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>t</sub> = 30	-	3	20	-	23
5	Repetir operaciones 2, 3 y 4 con la cara "B"	Misma	Mismas operaciones 2, 3 y 4.	Mismas operaciones 2, 3 y 4.	Ninguno	$\phi =$ Mismos N de loc S= Operaci L <sub>t</sub> = 3 y 4.	-	5.5	20	-	31.5
6	Trazar puntos en cara "B"	Mesa	Compás de Puntas, tinta, Funic, martillo.	Ninguna	Ninguno	$\phi =$ - - - N= - - - S= - - - L <sub>t</sub> = - - -	-	180	-	-	190

RUTA DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA RODILLO ALIMENTADOR								
DISEÑO: RICOBERTO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: PVC		V. C. 250 m/min	OTRILLO 27					
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE	T I E M P O				
							PRF	PVI	ACC	PRO	TOT
1	barrenar en cara "B" 3 orificios $\phi=2.3\text{mm}$ (3/32")	Taladro eléctrico de mano 6.4mm (1/4")	Tornillo de banco, Punto y Martillo.	Broca SS $\phi=2.3\text{mm}$ . (3/32")	Ninguno	$\phi= 2.3$ N= 2,250 S= 0.05 $L_t = 5$	-	3x 2.7	3x 14	-	50
						$\phi=$ N= S= $L_t =$	TOTAL PRO			616.8 61.68 578.48	seg min
						$\phi=$ N= S= $L_t =$					
						$\phi=$ N= S= $L_t =$					
						$\phi=$ N= S= $L_t =$					
						$\phi=$ N= S= $L_t =$					

RUTA DE TRABAJO.

RATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA RODILLO DE ARRASTRE NUMERO 1								
SEPTO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: PUC	V. C. 2002 = BIDDIBUINO 26						
UN DE	MAQUINA	HERRAMIENTA	HERRAMIENTA	LUBRICANTE	PARAMETROS	T I E M P O				
ION	A UTILIZAR	GENERAL	DE CORTE	O REFFPIC.	DE CORTE	PRE	PRE	ACC	PRO	TOT
en de	Mesa	Tornillo de banco, arco.	Segueta de Diente STD	Ninguno	φ = 25.4 N = 60 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 25.4	-	50.8	20	-	70.8
ara "A"	Torno 3	Chuck 3M 19mm	Buril SS 6.4mm (1/4") filo redondeado.	Ninguno	φ = 25.4 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 15	-	1.5	-	-	1.5
ara "A"	Misma	Broquero cabetal nº 6 vil	Broca de centros A 3 DIN 332	Ninguno	φ = 8 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 10	-	1	20	-	21
reno φ = 3/8") A"	Misma	Misma anterior.	Broca SS φ = 9.73mm (3/8").	Ninguno	φ = 9.53 N = 1,200 S = 0.5 L <sub>t</sub> = 30	-	3	20	-	73
peracio- "." ra "B"	Misma	Mismas operaciones 2, 3 y 4.	Mismas operaciones 2, 3 y 4.	Ninguno	φ = Mismas N = operaciones S = ciones 2, L <sub>t</sub> = 2, 3 y 4.	-	5.5	75	-	80.5
					φ = N = S = L <sub>t</sub> =		TOTAL	L	196	1.8
							PRO	L	19	1.8
									216	1.8
									1.62	seg

RUTA DE TRABAJO.

OBJETO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA: RODILLO DE ARRASTRE NUMERO 2								
NO. RI: OBJETO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: PVC	V.C. 250	BOJUBIMO 21					
DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAGUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REPPIC.	PASAJETOS DE CORTE	TRE	PRI	ACC	PRO	TWT
Retirar pieza de la máquina	Mesa	Tornillo de banco, arco.	Segueta de diente STD	Ninguno	$\phi = 25.4$ $N = 60$ $S = 0.5$ $L_c = 25.4$	-	50.8	20	-	78.8
Montar cara "A"	Torno 3	Chock 3M portaburil derecho.	Buril SS 6.4 (1/4")	Ninguno	$\phi = 25.4$ $N = 1,200$ $S = 0.5$ $L_c = 15$	-	1.5	-	-	1.5
Retirar cara "A"	Torno 3	Broquero cabecal #6 vil.	Broca de Centro A 3 DIN 332	Ninguno	$\phi = 8$ $N = 1,200$ $S = 0.5$ $L_c = 10$	-	1	20	-	21
Retirar cara "A"	Misma	Misma anterior.	Broca SS 9.53 (3/8").	Ninguno	$\phi = 9.53$ $N = 1,200$ $S = 0.5$ $L_c = 30$	-	3	20	-	24
Retirar operaciones 2, 3 y 4.	Misma	Misma operaciones 2, 3 y 4.	Misma operaciones 2, 3 y 4.	Ninguno	$\phi =$ Mismas $N =$ de las $S =$ Mismas $L_c =$ Mismas $L_t =$ de las	-	5.5	75	-	84.5
					$\phi =$ $N =$ $S =$ $L_c =$	TOTAL	100.8	13.68		
						PRO	215.8	3.51	seg	min

RUTA DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA: PERILLA				
OPERENO: PROBLEMA NAVA		DEPTO. DISEÑO.		MAT.: ALUMINIO		V.C. 120 m/min	
II	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	RECAMBIO GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE	T. E. M. PSI/A
1	Cortar 7 cm de barra redonda $\phi$ 50.8 mm. (2")	Sierra mecánica de brazo.	Propia de la máquina	Segueta	Taladrina	$\phi = 50.8$ N = 60 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 55	180 110
2	Retretar cara "A" (desbastada).	Torno 3	Chuck 3M 100mm Portaburil derecho. 6.4mm	Buril SS Filo derecho redondeado 6.4mm	Ninguno	$\phi = 50.8$ N = 750 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 52	10 2x 6.32
3	Centrar cara "A" poner punto giratorio.	Misma	Broquero, cabezal m6 vil.	Broca de centros A 5 DIN 332	Ninguno	$\phi = 12$ N = 750 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 16	- 2.5
4	Moletear (trochizada)	Misma	Punto gira torio cabezal m6 vil.	Moleteador M 1 DIN 82	Ninguno	$\phi = 50.8$ N = 750 S = 0.5 L <sub>c</sub> = 40	- 3x 6.4
5	Hacer barrero ex- céntrico $\phi = 11.98$ (3/4") para bujero.	Taladro de columna.	Propia de la máquina.	Broca SS $\phi = 11.98$ (3/4").	Ninguno	$\phi = 11.98$ N = 1,400 S = 0.12 L <sub>c</sub> = 20	180 7.14
6	Hacer barrero $\phi = 11.98$ (3/4") No trochizado.	Torno 3.	Misma de operación.	Broca SS $\phi = 11.98$ (3/4").	Ninguno	$\phi = 11.98$ N = 750 S = 0.2 L <sub>c</sub> = 35	15 14

RUT. DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZ. PERILLA		V.C. 120 R/MINUTARIO 33						
DISEÑO: RI/OBJETO NAVA			DEPTO. DISEÑO.	MAT.: ALUMINIO	T I E M P O						
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	herramienta GENERAL	herramienta DE CORTE	LUBRICANTE O REFFIG.	PARAMETROS DE CORTE		PPC	TOT		
						DTF	PMI				
1	Hacer barrenos $\phi = 4.76$ (3/16").	Misma	Misma de operaci3n 6.	Broca SS $\phi = 4.76$ (3/16")	Ninguno	$\phi = 4.76$ N = 750 S = 0.12 L <sub>c</sub> = 6	-	4	20	-	24
2	Trenzar (dar la forma total de 40mm)	Misma	Propia de la m3quina.	Cuchilla de trezlar.	Ninguno	$\phi = 50.8$ N = 750 S = 0.15 L <sub>c</sub> = 0.28	-	0.13	40	-	0.13
3	Hacer caja para arandela en cara "B".	Misma	Misma de operaci3n 2.	Misma operaci3n 2.	Ninguno	$\phi = 21$ N = 1400 S = 0.15 L <sub>c</sub> = 7.5	-	0.64	30	-	30.6
4	Hacer conf.3n	Misma	Misma	Misma	Ninguno	$\phi = 50.8$ N = 750 S = 0.15 L <sub>c</sub> = 6	-	0.32	-	-	0.32
						$\phi =$ N = S = L <sub>c</sub> =		TOTAL PPC	787 78	63 76	
									826 14	39 44	seg min

**TIPO DE TRABAJO.**

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			TIPO DE TRABAJO: DISCOS GUIAS								
OPERARIO: EUGENIO NAVA		DEPTO. DISEÑO	MATERIAL: ALUMINIO	V.C. 120 m/min	DIBUJOS 24 y 25						
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRIFICANTE O REFRIG.	PARAMETROS T. F. M. P. G.					
						DI. CORTE	VE. RPM	AV. mm	PROF.	T. seg	
1	Recortar 2 discos $\phi = 92mm$ .	Taladro de columna.	Propia de la máquina	Broca de recortar o extensión.	Petróleo	$\phi = 82$ $N = 310$ $S = 0.3$ $L_c = 1.6$	180	2x 1.03	180	-	362
2	Afinar cantos (ambos discos).	Torno 3	Chock de mordazas. Punto Giratorio.	Buril SS 6.4mm (1/4")	Petróleo	$\phi = 81$ $N = 480$ $S = 0.1$ $L_c = 1$	-	2x 1.75	180	-	182.5
3	Barrenar al centro $\phi = 24.6mm$ (disco uno).	Taladro de columna.	Propia de la máquina	Broca de recortar o extensión.	Petróleo	$\phi = 24.6$ $N = 1,400$ $S = 0.1$ $L_c = 3$	40	1.29	20	-	51.2
4	Trazar y barrenar 3 agujeros $\phi = 3.1$ (1/8") a 120° (disco 2).	Mesa y taladro de columna.	Compás de puntas, martillo, punto.	Broca SS $\phi = 3.1$ (1/8").	Petróleo	$\phi = 3.1$ $N = 1,400$ $S = 0.1$ $L_c = 3$	300	1.29	20	-	32.1 Z
5	Barrenar al centro $\phi = 9.5$ (3/8") (disco 2).	Taladro de columna.	Propia de la máquina.	Broca SS $\phi = 9.5$ (3/8").	Petróleo	$\phi = 9.5$ $N = 1,400$ $S = 0.1$ $L_c = 3$	60	1.29	20	-	51.2
						$\phi =$ $N =$ $S =$ $L_c =$	TOTAL PRO		1008.43 132.84 1175.27		seg min

RUTA DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA TAPA SOPORTADORA								
OPERO: RICARDO NAVA			DEPTO. DISEÑO.		MAT.: ALUMINIO		V.C. 1200/min		GRABIO 34		
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE		T I F M P O			
						DE CORTE	VE	PMI	ACC	PRO	TOT
1	Cortar placa 115x16mm	Cizalla	---	Cuchillas	Ninguno	δ = --- N = --- S = --- L <sub>c</sub> = ---	180	15	--	--	181.5
2	Trazar corte diagonal superior y cortar.	Mesa y Cizalla.	Escalímetro, regla, rallador.	Cuchillas	Ninguno	δ = --- N = --- S = --- L <sub>c</sub> = ---	180	15	--	--	181.5
3	Trazar puntos de barrenos.	Mesa	Escalímetro, compás de puntas, punto martillo.	---	---	δ = --- N = --- S = --- L <sub>c</sub> = ---	300	--	--	--	300
4	Hacer barrenos δ = 3.18 (1/8").	Taladro de Columna.	Broquero	Broca SS δ = 3.18 (1/8")	Petróleo	δ = 3.18 N = 1,400 S = 0.2 L <sub>c</sub> = 3	15	321	15	--	317
5	Hacer barrenos δ = 10. (27/64").	Misma	Misma	Broca SS δ = 10. (27/64")	Petróleo	δ = 10.5 N = 1,400 S = 0.2 L <sub>c</sub> = 3	--	264	15	--	266.4
6	Redondear esquinas	Mesa	Tornillo de banco.	Lima Musa plana.	Ninguno	δ = --- N = --- S = --- L <sub>c</sub> = ---	--	60	60	--	120
							TOTAL	831	85		
							PRO	83	23		
								815	54	def	
								15	25	def	

**RUTA DE TRABAJO.**

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO				PIEZA: CONTRAPLACA Y PEINE								
OPERO: NICOLLETO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: ACERO INOX.		V.C. 16 m/min	DIBUJO 7						
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFFIG.	PARAMETROS DE CORTE	T I E M P O					
						V <sub>c</sub>	F <sub>z</sub>	P <sub>z</sub>	ACC	PRO	TOT	
1	Cortar dos placas de 1.9mm de espesor por 30 por 101 mm.	Sierra cinta.	Propia de la máquina	Cinta	Taladrina	$\phi = \text{---}$ $N = \text{---}$ $S = 1 \text{ mm/s}$ $L_c = 262$	180	260	180	-	620	
2	Afinar cantos "A" en ambas placas (2 pasadas cada canto).	Cepillo	Paralelas, prensa de sujeción.	Buril SS 6.4mm (1/4") filo redondo	Ninguno	$L_c = 110$ $N = 76$ $S = 0.2$ $L_t = 5$	300	4x 25	80	-	480	
3	Afinar campos "B" en ambas placas (2 pasadas cada canto).	Cepillo	Misma anterior.	Misma anterior.	Ninguno	$L_c = 110$ $N = 76$ $S = 0.2$ $L_t = 5$	--	4x 25	-	-	300	
4	Barrenar ambas placas (2 barrenos de 3.1mm)	Taladro de columna.	Broquero, prensa de sujeción.	Broca SS 3.15 mm (1/8")	Ninguno	$\phi = 3.1$ $N = 1,400$ $S = 0.1$ $L_t = 2$	100	4x 0.9	20	-	23.6	
5	Fanurar peine (una placa)	Fresadora	Propia de la máquina	Fresa frontal cónica SS. $\phi = 3.18 \text{ mm } 1/8"$	Taladrina	$\phi = 3.1$ $N = 1,400$ $S = 0.65$ $L_t = 9$	-	10x 8	10x 10	-	180	
6	Hacer chaflán a la otra placa.	Fresadora misma anterior	Misma anterior.	Fresa angular SS.	Taladrina	$\phi = \text{---}$ $N = 1,400$ $S = 0.65$ $L_t = 100$	-	15	10	-	25	
							TOTAL PRC	1	240	240	240	
								1	140	140	140	140
								2	260	260	260	260

**BITA DE TRABAJO.**

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA: TECLAS									
ORDEN: RICOBERTO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: F.111 DE ACERO V.C. 22 m/min	DIBUJO 5							
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS T I F M P O					
						DE CORTE	PTG	PRI	ACCP	TOT	
1	Cortar 142mm de filo, a recodo (3/16" x 5/16").	Cizalla	-	Cuchilla de la cizalla	Ninguno	Ø = -- N = -- S = -- L <sub>c</sub> = --	180	10x 1	10	-	200
2	Demostar (3, apadas con P <sub>c</sub> 1.00)	Cepillo	Paralelas, prensa, por taburil.	Buril SS 6.4mm (1/4").	Ninguno	L <sub>c</sub> = 150 N = 76 S = 0.1 L <sub>c</sub> =	300	3x 197	-	-	691
3	barrenar a 5mm	Taladro de columna.	Prensa	Broca SS 3.97mm (5/32").	Ninguno	Ø = 3.97 N = 1.400 S = 0.1 L <sub>c</sub> = 4	120	10x 171	10x 2	-	157.1
4	Barrenar a 20mm	Misma anterior	Misma anterior.	Misma anterior.	Ninguno	Ø = Mismo de la S = opera- L <sub>c</sub> = ción anterior.	60	10x 171	10x 2	-	97.1
5	Avellanar a 130	Misma	Misma operación 3	Avellanador 60°	Ninguno	Ø = N = 1.400 S = 0.1 L <sub>c</sub> = 0.5	120	10x 171	10x 2	-	142.1
6	Marcar letra a 115mm	Mesa	Martillo, yunque del tornillo, alfabeto	Alfabeto de golpe.	Ninguno	Ø = -- N = -- S = -- L <sub>c</sub> = --	60	10x 1	10x 4	-	115

RUTA DE TRABAJO.

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO			PIEZA: TECLAS									
OPERACION: FI-OBLETO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: FLEJE P1070		V.C. 22m/min	DIBUJO 5						
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA	HERRAMIENTA	LUBRICANTE	PARAMETROS		T I E M P O				
			GENERAL	DE CORTE	O REFFIG.	DE CORTE	PRE	ACC	PRO	TOT		
7	Doblar 95° a 133mm	Dobladora	—	—	—	$\phi =$ — $N =$ — $S =$ — $L_c =$ —	60	10x10x	3	12	-	210
8	Desbastar frente (punta doblada)	Fresadora	Propia de la máquina	Fresa frontal cilíndrica SS 3.18mm(1/8")	Taladrina	$\phi =$ 3.18 $N =$ 1400 $S =$ 0.05 $L_c =$ 9	170	10x10x	8	4	-	240
9	Desbastar cara "A" (punta doblada)	Misma	Misma	misma	Taladrina	$\phi =$ 3.18 $N =$ 1,400 $S =$ 0.05 $L_c =$ 9.	30	10x10x	8	4	-	150
10	Desbastar cara "B" (punta doblada).	Misma	Misma	misma	Taladrina	$\phi =$ 3.18 $N =$ 1,400 $S =$ 0.05 $L_c =$ 9	30	10x10x	8	4	-	150
11	Terminar detalle con lima.	Mesa	Tornillo de banco.	Lima mesa cuadrada. 6.4 x 6.4mm	Ninguno	$\phi =$ — $N =$ — $S =$ — $L_c =$ —	-	10x10x	8	240	-	300
12	Templar a 600°C y revenir a 280°C máquina.	Horno eléctrico.	Pinzas, guantes, recipiente.	----	Salmuera	$\phi =$ — $N =$ — $S =$ — $L_c =$ —	-	3600	-	-	-	3600

**RUTA DE TRABAJO.**

PROYECTO: APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO				PIEZA: RODILLO DE AVANCE				
OPERO: RICARDO NAVA		DEPTO. DIEGO.	MAT.: P.V.C.		V.C. 250 #/min		DIBUJO 28	
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE CORTE		T I P M P O
						PRE	PSI	ACC pro TO
1	Cortar 250mm de P.V.C. $\phi = 63.5$ mm (2 1/2" ).	Mesa	Tornillo de banco.	Segueta de diente STD	Ninguno	$\phi = 63.5$ N= 60 S= 0.5 L <sub>c</sub> = 63.5	180 127 20	- 327
2	Refrentar cara "A"	Torno 3.	Chuck 3M 305mm (12") porta-buril de $\phi = 7.9$ mm (5/16")	Buril SS filo derecho 7.9mm (5/16").	Ninguno	$\phi = 63.5$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>c</sub> = 35	210 3.5 90	- 303
3	Centrar cara "A"	Misma	Broquero, cabezal móvil.	Broca de Centros A 3 DIN 332.	Ninguno	$\phi = 8$ N= 1,200 S= 0.2 L <sub>c</sub> = 10	- 2.5 20	- 222
4	Desbastar hasta $\phi = 53.6$ mm. Profundidad de corte 5mm.	Misma	Punto giratorio.	Misma de operación 2.	Ninguno	$\phi = 63.5$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>c</sub> = 2.38	- 2x 218	- 47b
5	Barrenar cara "A"	Misma	Misma de operación 3	Broca SS $\phi = 9.53$ mm (3/8")	Ninguno	$\phi = 9.53$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>c</sub> = 30	- 3 20	- 23
6	Tronzar a 236mm	Misma	Misma	Cuchilla de tronzar	Ninguno	$\phi = 53.6$ N= 1,200 S= 0.5 L <sub>c</sub> = 30	- 3 10	- 13

**RUTA DE TRABAJO.**

PROYECTO: /APARATO DE APRENDIZAJE PROGRAMADO		PIEZA: RODILLO DE AVANCT									
OPDELNO: RICOBERTO NAVA		DEPTO. DISEÑO.	MAT.: P.V.C.		v.c. 250 m/min	INSTRUMENTO 28					
N	DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA A UTILIZAR	HERRAMIENTA GENERAL	HERRAMIENTA DE CORTE	LUBRICANTE O REFRIG.	PARAMETROS DE COPTE	T	F	P	O	
							PRI	ACC	PRO	TOT	
7	Repetir operaciones 3 y 5 con cara "B"	Misma	Misma de operaciones 3 y 5.	Misma de operaciones 3 y 5.	Ninguno	$\phi$ = Mismos N <sup>o</sup> de operaciones 3 y 5. L <sub>c</sub> = 5.	-	3	55	-	58
8	Pegar forro de hule.	Mesa	---	---	-----	$\phi$ = N <sup>o</sup> = S <sup>o</sup> = L <sub>c</sub> =	-	180	-	-	180
						$\phi$ = N <sup>o</sup> = S <sup>o</sup> = L <sub>c</sub> =	TOTAL PRO		974.6	97.46	
						$\phi$ = N <sup>o</sup> = S <sup>o</sup> = L <sub>c</sub> =			1072.06	17.87	seg min
						$\phi$ = N <sup>o</sup> = S <sup>o</sup> = L <sub>c</sub> =					
						$\phi$ = N <sup>o</sup> = S <sup>o</sup> = L <sub>c</sub> =					

Las máquinas empleadas a que se hace referencia tienen las siguientes características:

TORNO NO.3	Volteo 140mm Potencia 0.5 HP	$n_1 = 90$ $n_2 = 480$	$n_3 = 240$ $n_4 = 750$	$n_5 = 230$ $n_6 = 1200$
TALADRO DE COLUMNA.	$d_{max} = 12.7mm$ $d_{min} = 0$ Potencia 3/4C.V.	$n_1 = 125$ $n_2 = 310$	$n_3 = 560$ $n_4 = 1400$	
TALADRO ELECTRICO DE MANO	$d_{max} = 6.4mm$	$n = 2250$		
FRESADORA	$d_{max} = 25.4mm$ $d_{min} = 0$	$n = 1400$		
CEPILLO	$L_{max} = 300mm$ Potencia = 0.5 HP.	$n_1 = 28$	$n_2 = 60$	$n_3 = 76$

#### 4.7 Costos.

Los parámetros que han de tomarse en cuenta para obtener el costo total pueden ser clasificados de la siguiente manera:

##### COSTOS DIRECTOS.

- Material directo
- Mano de obra directa.

#### COSTOS INDIRECTOS.

- Sueldos a jefes de taller
- Sueldos de oficinas de fábrica
- Luz y fuerza
- Accesorios de fábrica
- Seguros
- Impuestos
- Reparaciones
- Depreciaciones
- Renta de la fábrica
- Salarios de vendedores
- Comisiones
- Gastos de viajes
- Publicidad y propaganda
- Seguros de artículos terminados
- Impuestos de artículos terminados
- Sueldos a funcionarios
- Sueldos a empleados
- Papelería
- Gastos legales
- Útiles de escritorio
- Teléfono, telex, etc.
- Pérdidas en cuentas fallidas

Para el caso del Centro de Instrumentos, cuando éste vende sus equipos a dependencias universitarias, solamente se toman en cuenta los costos directos como es decir, el costo por material directo y el costo por mano de obra directa. Este último se evalúa multiplicando el costo hora/hombre por el número de horas que requiere la fabricación del equipo. El cos-

to hora/hombre en este caso se cotiza en \$90.00 (marzo de 1980).

Cuando este Centro vende sus equipos a otras instituciones no universitarias el costo hora/hombre se cotiza en \$120.00.

#### 4.7.1 Lista de materiales, tiempos y costos (marzo 1980).

En la siguiente tabla se muestra: Un listado de las piezas, dibujo donde se encuentra el diseño, el material de que están hechas y el tiempo invertido en fabricarlas. Este último calculado, en su caso, por medio de rutas de trabajo, o bien por estimaciones realizadas en el campo.

Es de notarse que no se incluye, a excepción del chasis, el tiempo de ensamble y tampoco el tiempo de pruebas, los cuales vienen aumentando el costo por mano de obra directa.

El costo del material incluye los desperdicios, es decir, se toma en cuenta el material en bruto.

El costo de la m.o. se calculó para ventas a dependencias universitarias, es decir, un costo de \$90.00 hora-hombre.

En la última columna se muestra el costo resultado de sumar las dos anteriores arrojando un total de \$1,616.79.

TABLA DE MATERIALES Y  
TIEMPOS Y COSTOS  
DIRECTOS.

\* FABRICACION Y  
ENSAMBLE.

NOMBRE	DIB.	MATERIAL	TIEMPO	COSTO	COSTO	COSTO
			(MIN)	MAT.	M.O.	TOTAL.
Chasis	1	Mad.y Acr.	*240	\$150.00	\$380.00	\$ 510.00
Base de la P.	2	Madera	10	10.00	15.00	25.00
Placa de A.	3	Acrilico	75	16.00	112.50	128.50
Tapa Tecl.	4	Lámina	15	6.00	22.50	28.50
Teclas	5	Fleje	184	30.00	248.00	278.00
Contraplaca	6	A. Inox.	11	4.35	16.50	20.85
Peine de P.	7	A. Inox.	13	3.75	19.50	23.25
Placa gufa	8	Lámina	10	3.50	16.00	18.50
Seguro L.	9	Lámina	5	0.10	7.50	7.60
Seguro A.	10	Alambre	5	0.20	7.50	7.70
Gancho A.	11	Lámina	3	0.50	4.50	5.00
Placa fija	12	Lámina	5	5.50	7.50	13.00
Placa Des.	13	Lámina	10	6.00	15.00	21.00
Apoyos	14	Latón	15	2.70	22.50	26.20
Eje	15	Latón	3	2.70	4.50	7.20
Tensor	16	Fleje	3	0.80	4.50	5.30
Soporte 1	17	Aluminio	10	2.10	15.00	17.10
Soporte 2	18	Aluminio	10	2.80	15.00	17.80
Bujes	19	Latón	7	2.25	10.50	12.75
Ejes cortos	20	Latón	12	5.40	18.00	23.40
Rodillo A2	21	P.V.C.	4	9.10	6.00	15.10
Eje niple	22	Latón	0.38	3.80	0.57	4.17
Lam. trinquete	23	Fleje	3	0.85	4.50	5.35
Dis. Gufa 1	24	Aluminio	8	5.00	9.00	14.00
Dis. gufa 2	25	Aluminio	11	5.00	16.50	21.50
Rodillo Al	26	P.V.C.	3	21.80	4.50	26.30
Rodillo Alim.	27	P.V.C.	11	20.80	16.50	37.10
Rodillo Avance	28	P.V.C.	18	102.85	27.00	129.85
Eje perilla	29	Latón	2	3.80	3.00	6.60
Sujetadores	30	Lámina	10	1.80	15.00	16.80
Manivela	31	Latón	3	1.35	4.50	5.85
Resorte A	32	Alambre	10	1.50	15.00	16.50
Perilla 33	33	Aluminio	14	15.05	21.00	36.05
Tapa suport.	34	Aluminio	15	3.80	22.50	26.10
Eje Excéntrico	35	latón	10	2.70	15.00	17.70
Eje Med.	36	Latón	0.38	2.70	0.57	3.27
Mango	37	Aluminio	16	1.40	24.00	25.40
Punta mango	38	Acero	10	0.50	15.00	15.50

T O T A L : . . . . . 457.65 1,199.04 1,616.79

\*\*\*\*\*

Para el costo total del aparato habrá que agregar a esta suma el costo por tiempo de ensamble y pruebas además de otros por concepto de tornillería, chapa, bisagra, etc. El tiempo de ensamble y pruebas es de 3.34 Hrs. que equivalen a \$300.60.

Resumiendo:

Costo M.O.                   \$ 1,459.74

Costo material               \$ 607.65

T o t a l: \$ 2,067.39

#### 4.8 Diagrama de las operaciones del proceso.

Una forma de visualizar otras operaciones necesarias además de la fabricación de las piezas, es haciendo un diagrama simbólico de las operaciones principales que han de llevarse a cabo para obtener la terminación del aparato. Algunas de estas acciones pueden hacerse en paralelo con lo cual se reduce el tiempo de entrega.

#### LISTA DE OPERACIONES.

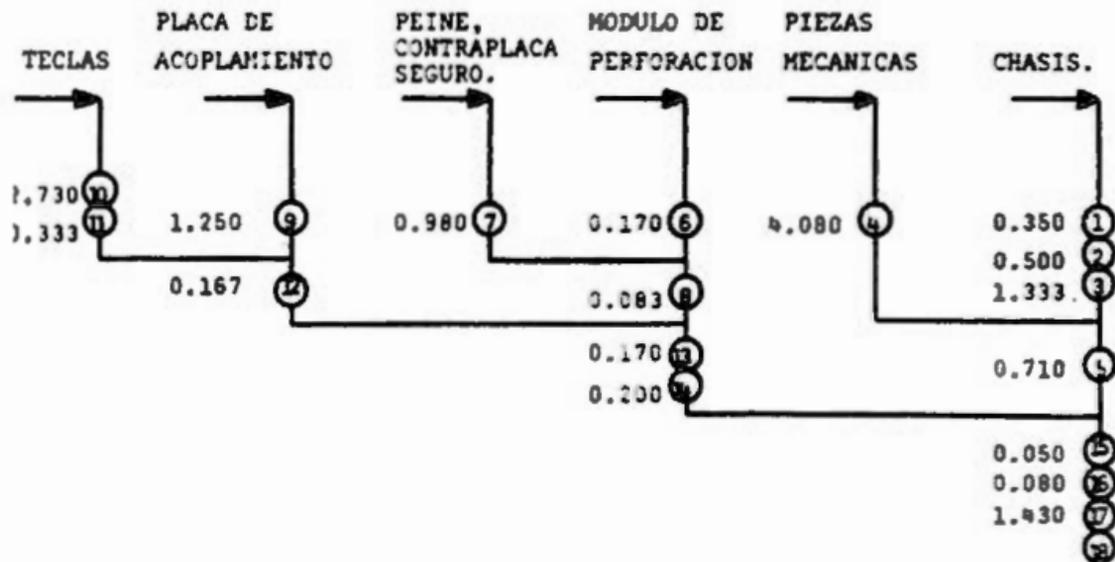
1. Hacer piezas del chasis
2. Armar chasis sin cubierta
3. Pintar chasis y cubierta, colocar chapa y acrfl  
co.
4. Hacer piezas maquinadas y no maquinadas.
5. Integrar piezas mecánicas al chasis.

6. Hacer base de la perforadora.
7. Hacer otras piezas del módulo de perforación.
8. Montar peine, contraplaca y seguro en la base de la perforadora.
9. Hacer placa de acoplamiento.
10. Hacer teclas.
11. Tratamiento antioxidante a teclas.
12. Montar teclas en la placa de acoplamiento.
13. Integrar módulo de perforación.
14. Ajustar teclas y tapar teclado.
15. Ajustar módulo en chasis.
16. Colocar cubierta y bisagra.
17. Pruebas.
18. Aparato terminado.

En seguida se muestra la ruta de proceso del prototipo en donde, junto a cada símbolo que representa una de las acciones del listado anterior, se indica el tiempo en horas necesario para llevar a cabo cada una de ellas.

Desde el inicio se presentan seis ramificaciones que indican acciones independientes que pueden efectuarse paralelamente, pero también hay acciones que dependen de una o varias anteriores. Por ejemplo la acción 2 depende de la 1, ya que no podrá armarse el chasis si aún no se tienen las piezas de éste, y así suce

**DIAGRAMA DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO  
(FABRICACION Y ENSAMBLE)**



sivamente.

#### 4.9 Producción Masiva.

Como se ha visto, la fabricación del prototipo carece de las características de producción en serie. Es de notarse la gran diferencia entre el costo por materiales y el costo por mano de obra. Este último puede ser reducido si se produce en serie, ya que de ese modo se abate el tiempo de producción considerablemente. Sin embargo, por lo general, el costo inicial para arrancar una producción en serie es muy elevado puesto que habrá de invertirse en moldes, maquinarias, espacio, etc., etc., para producir el mayor número de piezas en el menor tiempo posible. En consecuencia la producción tiene que ser lo suficientemente grande para que sea rentable la operación, es decir, el costo inicial se dividirá entre el número total de piezas producidas, de este modo, mientras mayor cantidad de piezas se produzcan, menor será el costo unitario por fabricación.

##### 4.9.1 Número Crítico.

Existen muchas formas de fabricar las partes del aparato y diversos tipos de materiales que podrán emplearse. Lo que se busca es abatir costos.

Por ejemplo: El chasis del prototipo es de madera con ventanas de acrílico en la cubierta pero podría ser de plástico inyectado por lo cual se necesita un molde y la máquina que lo inyecte.

Investigando a fondo esta posibilidad se encontró que un molde de acero para fabricar el chasis con plástico inyectado se cotiza en alrededor de \$450,000.00 - sin incluir la cubierta. Además la compañía que tiene la máquina para inyectar en este tamaño de molde cobra \$150.00 por inyección, y calculando 1.5 kg. aprox. de material plástico a \$80.00, de este modo el chasis podría fabricarse a un costo de \$230.00 sin incluir el precio del molde, contra \$500.00 (incluyendo pintura) que es el costo del chasis en madera. La diferencia en este caso es de \$280.00, es decir, es el ahorro por chasis que se tendría al fabricarlo por inyección de plástico. ¿Cuántos chasises habrá que producir para que con este ahorro se pague el molde?

$$\frac{450\ 000}{280} = 1607$$

Este número indica que no conviene producirlos por este proceso, si la producción no es por lo menos de 1607 piezas.

Sin embargo, este número crítico puede variar ya que se ha tomado como referencia de ahorro el costo del chasis de madera el cual necesita acabado superficial. Estudiando la posibilidad de fabricarse en acrílico opaco se encontró que tendría un costo de \$400.00, sin otros gastos (por lo cual, de inmediato conviene fabricarse en acrílico), siendo en este caso el ahorro  $430-230=170$ , diferencia entre fabricarlo en acrílico y fabricarlo por inyección, por lo cual ahora el número crítico se eleva:

450 000 ± 2 647  
170

Es decir, conviene fabricarlos manualmente con acrílico mientras habrán de producirse menos de 2 647 piezas.

El análisis que se ha mostrado es únicamente con respecto al chasis ( sin incluir la cubierta ), mismo que podría emplearse para cada una de las piezas del prototipo, tomando cuidado de hacerlo en valor presente.

## CAPITULO V.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al analizar las necesidades de la educación en México, se ha visto que el uso de este instrumento sería de gran ayuda en los siguientes casos:

- a) Alumnos Atrasados. Ellos podrán ser remitidos a un lugar donde aprender, con ayuda de estos aparatos, las partes necesarias para cubrir sus deficiencias, siendo un reforzador del aprendizaje el uso de la máquina.
- b) Administración de Exámenes. El uso de la tarjeta perforada permite que una computadora califique y además el alumno sabrá en todo momento el resultado de su actuación durante la examinación, con lo cual se consigue eliminar por completo los problemas concernientes a revisiones de exámenes de alumnos inconformes. Por otra parte, esta práctica refuerza los conocimientos del examinado.
- c) Índice de Reprobados. Cuando un alumno que presenta un examen en el aparato, resulta no aprobado, sabe de inmediato cuáles son las partes del programa donde su conocimiento es deficiente, ya que en todo momento sabe que el valor de su respuesta y en una segunda oportunidad estará mejor preparado.
- d) Nivel Académico. Resulta obvio que los buenos resultados de los puntos anteriores traerán consigo mejoras en el nivel académico de la actual población estudiantil.

- f) Enseñanza Abierta. El aparato puede ser usado en cualquier parte, conteniendo textos de enseñanza programada y evaluación continua que permita al alumno saber su grado de avance, dándole seguridad en lo aprendido.
- g) Psicología. La máquina puede ser usada para explorar nuevos métodos de enseñanza u otras fronteras del aprendizaje y el olvido.

Este aparato, al igual que otros, puntúa y enseña pero además puede usarse en exámenes al contar con la tarjeta perforada, lo cual es de gran ayuda para el profesor quien delegará a una computadora digital la tediosa tarea de calificar, haciendo más ágil la administración de evaluaciones ordinarias y extraordinarias. Puede tener una aplicación masiva con pocas máquinas ya que al cargarse con diferentes versiones de un mismo examen, el cual sería aplicado durante varias horas en un día, los alumnos se presentarían en horarios acordes a sus necesidades, de esta manera se evitaría la suspensión de clases por ocupar un gran número de salones para hacer el examen a una hora determinada. Además, como se ha visto un aumento en el nivel académico de los alumnos de nuevo ingreso del C.C.H. Plantel Sur, al utilizar los textos programados de matemáticas y el novedoso sistema de evaluación continua, se piensa que el uso de este aparato puede ser de gran utilidad en ese renglón.

Su diseño, simple y funcional, permite sin mayor dificultad hacerle modificaciones que hagan de la máquina un dispositivo ideal aplicable a las necesidades que se quieran satisfa

Por su mismo diseño, permite que pueda ser fabricado sin grandes dificultades con el uso de herramienta sencilla de un taller modesto en cualquier parte del país.

Su costo es accesible no sólo a nivel institucional sino que es factible que un individuo pueda desarrollarla y disponer de ella pudiendo conseguir el material de estudio en escuelas de enseñanza abierta. Por su precio es posible que instituciones educativas puedan contar con un número grande de ellas, teniéndose la ventaja de que al realizar una producción mayor, su costo disminuye al ser fabricada en serie.

Considerando todo lo anterior, se nota que este aparato puede tener una aplicación inmediata en muchas áreas educativas, con grandes posibilidades de éxito ya que los resultados manualmente obtenidos han sido en general benéficos. Además no implica una inversión cuantiosa como pudiera ser un sistema de enseñanza totalmente automatizado mediante computadora, con sus limitaciones por consumo de energía y mantenimiento, es decir que este aparato puede ser usado en lugares apartados de la civilización. El prototipo construido fue expuesto a críticas de un grupo de profesores del colegio de Ciencias y Humanidades, siendo su opinión general que podría ser un gran apoyo didáctico para todas las áreas, inclusive, externó un psicólogo, puede ser usada para investigar nuevos métodos de enseñanza y profundizar más en el conocimiento del olvido al variar el tiempo de respuestas.

Dado que todas sus partes son simples y de manufactura nacional, no se tienen problemas de espera por razones de importación o fabricación de piezas complicadas, de este modo, su disponibilidad depende únicamente de la rapidez del taller en

cargado de su producción.

El estudio anterior permite entonces pensar que la idea es factible de llevarse a la práctica, dependiendo básicamente de la disposición de recursos económicos que puedan emplearse para estos fines por parte de las instituciones educativas.

Sin embargo, no es recomendable por ahora producirlos en forma masiva sino hasta que se haya probado con un grupo piloto de por lo menos 100 alumnos escogidos al azar en 5 máquinas disponibles 10 horas diarias, para evaluación tan to del sistema como del aparato en sí. La información así obtenida retroalimentará el proyecto para mejorar tanto al método como al aparato, o bien, para ser excluido de posibilidades de uso.

#### REFERENCIAS.

- (1) Secretaría de Educación Pública. Dirección G de Segunda Enseñanza. Acuerdo Número 6/222.8 Circular Número 12. 6 de diciembre de 1978.
- (2) Consta en archivos de Servicios Estudiantiles C.C.H. Plantel Sur.
- (3) Gaceta UNAM. Cuarta Época. Volumen III. NÚ 5 de julio de 1979.
- (4) Estudio realizado por el Profr. Miguel Angel Ibez.
- (5) Skinner B.F. The Technology of Teaching. Ap Century-Crofts, New York 1970.
- (6) Res. J. A Quantitative Measure for Programed tion. Amer. Educ. 1967.
- (7) Skinner B.F. Verbal Behavior. Appleton-Cent Crofts. New York 1957.
- (8) Edward V. Krick. Introcción a la Ingeniería seño en la Ingeniería. 2a. Edición. LIMUSA.
- (9) "The Intelligent Machines Journal" 79/Sep/19,
- (10) Begeman-Amstead. Procesos de Fabricación. S.:
- (11) Begeman-Amstead. Materiales y Procesos de Fal ción. S.E.C.S.A.

- (12) Ivan Houvaert Irmén. Teoría y Práctica del Maquinado. BIMEC.
- (13) Gerlin. Alrededor de las Máquinas Herramientas. Reverté.
- (14) Cromant. Tablas de Datos de Corte.
- (15) Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio del Trabajo. O.I.T. Ginebra 1968.