

134 291



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA MECANICO PARA PREPARAR MATERIAL AUDIOVISUAL

Tesis en Ingeniería

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA (AREA MECANICO)

P R E S E N T A :
MIQUEL TORA RODAMILANS

DIRECTOR DE TESIS:

M. en I. Alejandro C. Ramírez Reivich

México, D. F.

1990

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E:

Introducción	1
Método de trabajo	3
Capítulo 1 : Análisis de necesidades	4
Capítulo 2 : Marcando los objetivos	12
Capítulo 3 : Marcando las especificaciones	19
Capítulo 4 : Conceptualización	28
Capítulo 5 : Generación de alternativas de soluciones ..	27
Capítulo 6 : Selección de alternativas	39
Capítulo 7 : Diseño de detalle	49
Planta	58
Fotografías	63
Cálculos	69
Materiales y costos	73
Capítulo 8 : Pruebas y análisis de fallas	80
Capítulo 9 : Resultados	85
Capítulo 10: Comentarios y conclusiones	88
Bibliografía	92

Introducción

El ingeniero mecánico electricista por su formación, es de los pocos profesionistas capacitados para resolver tanto problemas técnicos como económicos y sociales. Un problema que comunmente se presenta en los centros de enseñanza es que se carece del equipo necesario para el ordenamiento, selección y realización de fotografías, diapositivas, dibujos o cualquier material de comunicación gráfica que haga más facil la difusión de trabajos y proyectos realizados.

Este problema casi siempre se soluciona con prisas y con métodos rudimentarios. Es labor del ingeniero mecánico electricista proveer a la sociedad de los satisfactoras requeridos para un mejor desarrollo de esta. En el Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería se presenta el problema mencionado anteriormente. El ingeniero mecánico electricista diseña mediante una metodología ya preestablecida, que lleva implícito un conocimiento profundo sobre todas las herramientas, tanto teóricas como prácticas, de las que dispone el ser humano, por lo que su diseño tiende a ser más práctico, económico y funcional.

La comunicación gráfica es muy importante para cualquier centro de docencia, ya que una imagen es difícil de explicar con palabras, mientras que enseñando la imagen se aclaran todas las dudas. Otra ventaja de la comunicación gráfica es

que no utiliza ningún idioma, siendo una fotografía o un dibujo totalmente universales. Como es mas facil de comprender, la tendencia es convertir todo a lenguaje gráfico, de esta manera se tienen diagramas de flujo en la industria, diagramas de bloques en computación, señalamientos viales en ciudad y carretera, etc.

Este tipo de comunicación es directa, no tiene problemas de entendimiento debido a errores de ortografía, pronunciación, etc. Una imagen lo explica todo. No es casualidad que el telefono se suatituya por un faxcail (equipo que utiliza la linea telefónica para transmitir imágenes o palabras) y de esta manera la comunicación sea más directa.

En numerosas ocasiones se implementan sistemas de comunicación gráfica en convenciones, clases, seminarios, exposiciones, etc. Cuando la frecuencia de estos eventos aumenta, es necesario un equipo que facilite el manejo y ordenamiento del material gráfico. Actualmente este equipo no existe y es necesario en cualquier centro docente así como en centros de capacitación.

En el presente trabajo se diseñó, construyó y probó un sistema mecánico que resuelve todas las necesidades antes mencionadas.

Método de Trabajo

Para cualquier actividad de trabajo es necesario seguir una metodología que regule de forma ordenada y consecuente las distintas actividades a realizar.

El método de trabajo para el desarrollo del proyecto consiste en presentar al inicio de cada capítulo la parte teórica para posteriormente aplicar esos conocimientos. Este método no es específico para este proyecto, es el método general de diseño y la secuencia de los capítulos marca el orden a seguir para la solución de cualquier problema de diseño.

A lo largo del trabajo se incluyen algunos esquemas con la intención de hacer la lectura más comprensible y agradable.

Capítulo 1

Análisis de Necesidades

La primer fase del método de trabajo consiste en reconocer las necesidades del usuario por resolver un problema, las del país, las de la localidad en donde se va a implementar el sistema y las del diseñador.

Al desarrollar un proyecto de ingeniería, no todas las necesidades pueden ser cubiertas en el diseño, por lo que se cubrirán solo las que estarán determinadas por la cantidad de recursos que se dispongan para satisfacerlas por los factores que relacionan funcionalidad, tiempo y costo del mismo.

Claro que las necesidades del usuario son las más importantes, ya que es el que va a aportar los recursos para su solución y por lo tanto sus necesidades tienen prioridad sobre las demás. Sin embargo, no se deben olvidar las otras necesidades.

En algunos casos, las necesidades del usuario y de la localidad en donde se va a utilizar el proyecto son las mismas, por lo que conviene agrupar las necesidades en temas comunes, de esta manera se reducen el número de necesidades sin sacrificar ninguna de ellas por lo que es más fácil cumplir con la mayoría de estas.

Como no siempre todas las necesidades se pueden cumplir, para poder determinar el orden de importancia de cada necesidad se utiliza una matriz de necesidades como herramienta. En esta matriz figurarán las necesidades clasificadas en categorías y cada una estará clasificada de acuerdo a funcionalidad, tiempo y costo.

Una matriz es como un eje de coordenadas cartesianas en donde en uno de los ejes estarán las necesidades y en el otro eje las dimensiones de funcionalidad, tiempo y costo, por lo que a cada necesidad le corresponderá un valor para cada una de las tres condiciones. Es importante señalar que de las tres condiciones (funcionalidad, tiempo y costo) no todas tienen la misma importancia, esta dependerá del enfoque que tenga el diseño.

Con la matriz de necesidades se jerarquizará la importancia relativa de las necesidades del proyecto. De esta manera se orientarán los esfuerzos de diseño hacia lo que el patrocinador pagará, evitando haber diseñado algo que no se necesita. También nos hace tomar una decisión racional acerca de las necesidades que el diseño va a cubrir.

Las categorías de las necesidades son:

Fisiológicas: como necesidades de aire, agua, comida, refugio, sueño, ejercicio, reproducción y la seguridad de su permanencia en sociedad (incluyendo ganancias económicas de la eficiencia y características del

cuerpo humano).

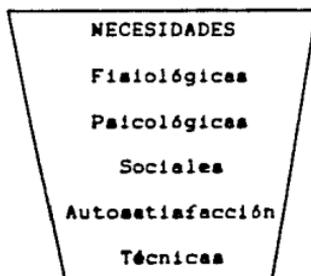
Psicológicas: para un sentido de valor, de logro, autonomía, reconocimiento.

Sociales: de conversación, amigos, de pertenencia a un grupo, de identidad de grupo, de aceptación social, etc.

Autoestima: para la realización de las propias potencialidades del usuario.

Técnicas: características del sistema en operación.

Para cada uno de los grupos de necesidades se aplica esta clasificación, así se puede ver si existen necesidades similares en los diferentes grupos de estas.



A continuación se dan las necesidades propias del proyecto en desarrollo para posteriormente ordenarlas y jerarquizarlas por orden de importancia en una sola matriz que agrupe los diferentes tipos de necesidades.

Las necesidades del usuario son:

Fisiológicas: El sistema no deberá tener cantos afilados

o pica con los que el usuario se pueda lastimar. La cantidad de luz y temperatura utilizada en el sistema no deberá ser cercana a los límites tolerables para comodidad del usuario. No deberá enaunciar al usuario al hacer uso del equipo. Deberá ser seguro de utilizar mecánica y eléctricamente. Deberá tener las dimensiones adecuadas para asegurar un trabajo confortable y productivo, que no sea incomodo. El sistema tiene que ser de fácil transportación y es necesario un lugar de trabajo para instalarlo.

Psicológicas: Deberá ser estable a la vista para que el usuario no tenga miedo de utilizarlo; también debe aparentar fortaleza física para que no tenga miedo de rozarlo al trabajar en él. Deberá ser autónomo e independiente de los demás sistemas para darle libertad de uso al usuario. Otras necesidades psicológicas son el elogio al esfuerzo y el cariño al trabajo propio, por lo que el equipo deberá ser eficiente y dinámico para reflejar en los resultados el esfuerzo depositado en el trabajo. También existe una necesidad de nacionalidad en el usuario.

Sociales: de status al utilizar el sistema (sentirse mejor que los demás por utilizarlo). Buenos y rápidos trabajos (necesidad simbólica de aceptación profesional). La forma y colores deberán tener armonía con los demás sistemas utilizados en el Centro de Diseño para que el usuario no se sienta externo al grupo de trabajo.

Técnicas: altura, largo, ancho, cantidad de luz, energía eléctrica, confiabilidad, vida útil, características de operación, tiempo de uso, preparación de material audiovisual, materiales baratos y de fácil obtención pero de calidad, deberá ser a prueba de tontos y seguro de utilizar por niños, adultos y ancianos.

Las necesidades del país son:

Psicológicas: idea de identidad, de nacionalismo, un diseño que transmita el país de origen independientemente de la marca o la compañía que lo fabricó, esto da sentido de autonomía y orgullo por lo que se hace en el país, que sea de mejor calidad que el equivalente importado.

Sociales: que tenga un costo al alcance de la mayoría de la población que necesita el producto, que sea de mejor precio que el equivalente importado, que lo pueda utilizar la mayor parte de la población.

Técnicas: que su operación sea lo más sencilla posible y que no requiera de un curso especial para operario.

Las necesidades del lugar donde se va a operar son:

Psicológicas: que el diseño tenga rasgos de la región donde se diseñó, de esta manera se fomenta la competitividad entre regiones y aumenta la eficiencia del país, dependiendo del lugar a operar los colores deben transmitir calor o

frio, limpieza o suciedad, etc.

Sociales: se debe pensar en un diseño que pueda convertirse sin mayor problema a un modelo más económico para las clases más necesitadas dependiendo del lugar en que se va a utilizar.

Técnicas: no deberá contaminar en ninguna forma.

Las necesidades del diseñador son:

Fisiológicas: medio de transporte independiente, lugar de trabajo amplio y de fácil acceso, facilidad para uso de máquinas y herramientas, tanto las que están en el Centro como fuera de él.

Psicológicas: proyecto bajo su entera responsabilidad, conocimiento de temas no vistos con anterioridad, conocimiento del mercado de materiales, costos y lugares de venta, aplicación de conocimientos teóricos en la práctica.

Sociales: pertenencia al grupo de ingenieros, alcanzar un status social más elevado, aceptación social al tener un título profesional.

Técnicas: aprender detalles propios de la fabricación y del diseño.

Matriz de Necesidades

Para "calificar" cada una de las necesidades en la matriz se pueden dar valores numéricos del 1 al 10, del 1 al

1000, etc. En este caso se utilizaron cruces, donde ***** es el valor para importancia máxima y * es el valor para importancia mínima. La funcionalidad se refiere a la capacidad del equipo para operar, el tiempo se refiere tanto al de construcción como de operación del equipo y el costo se refiere también al de construcción y de operación.

Dimensiones de Diseño

Necesidades	Funcionalidad	Tiempo	Costo
Seguridad física	***	***	***
Luz y temperatura	****	***	***
Limpieza	****	**	**
Comodidad	*****	***	****
Estabilidad	**	**	.
Fortaleza aparente	*	**	.
Independencia	****	**	***
Eficiencia	*****	***	****
Medio transporte	***	****	****
Lugar trabajo	*****	****	****
Máquinas y herramientas	****	***	****
Identidad	***	**	.
Nacionalidad	***	**	.
Región	**	**	.
Formación profesional	****	***	***
Calidad	****	***	***

Status (uso)	***	**	.
Forma y colores	*****	***	***
Diseños	****	**	***
Caract. operación	*****	****	***
Materiales	****	****	*****
Facilidad de uso	****	**	**
Contaminación	****	.	**

Con la anterior matriz se puede ver que las necesidades se reunieron sin haber sacrificado ninguna de ellas y también se ve que las necesidades más importantes son el lugar de trabajo, de fabricación y de operación, los materiales, la comodidad, la eficiencia y las características de operación. Se puede ver también que el medio de transporte resultó ser más importante para el diseñador que la nacionalidad del usuario. Con esta matriz se pueden comparar las diferentes necesidades y así el diseñador puede saber el orden de importancia de cada una de ellas.

Capítulo 2

Marcando los Objetivos

Casi en todos los problemas de diseño existen limitaciones, que por una parte, a veces, son las que nos ayudan a definir la mejor solución y por otra parte son las que hacen del diseño un verdadero desafío.

Existen varios tipos de limitaciones como las limitaciones de dimensiones, en las que aunque el diseño lo requiere, las dimensiones pueden ser un obstáculo importante.

Existen también las limitaciones de las leyes de la naturaleza, como la gravedad, la temperatura, la viscosidad, etc. Están también las limitaciones impuestas al hombre por el hombre como normas de calidad, de seguridad (tanto para el operario como para el medio ambiente) y en general son leyes que afectan algunos diseños. También están las limitaciones impuestas por directivos de empresas, que al precio que sea, no desean que se haga esto o aquello.

Existen también las limitaciones sociales y culturales para un diseño, como el de imitar diseños extranjeros o dar una tecnología demasiado complicada para el nivel cultural de los usuarios.

Una vez que se han tomado en cuenta todas las limitaciones se procede a establecer los objetivos.

Esto se puede lograr mediante la ayuda del usuario, que nos comunicará exactamente lo que desea obtener. Esto no siempre es cierto, ya que muchas veces el usuario piensa que un problema se resuelve de cierta forma y no es verdad, para complementar esa información se utilizará la matriz de necesidades, pero esta no define los objetivos ni lo que el usuario desea obtener a cambio de sus recursos.

El esfuerzo al diseñar debe ser orientado hacia objetivos realizables desde el principio, no tiene caso perder tiempo en objetivos que son imposibles de alcanzar, por lo que los objetivos deben ser completamente lógicos, realizables, comprensibles y practicables.

Puede existir cierta predisposición en el diseñador, sobretodo si es novato, a tratar de solucionar el problema desde el principio viendo la solución antes de ver el problema. Esto puede crear un estancamiento en el diseño al dar la solución a un problema inexistente y por lo tanto tener un diseño equivocado.

Los buenos objetivos son los que salen del análisis de necesidades. Se puede pensar en un objetivo como lo que cumple con las necesidades del usuario. Lo que importa es QUE es lo que va a cumplir con las necesidades del usuario y no COMO lo va a hacer.

Los objetivos pueden ser de tiempo, costo y funcionalidad. El objetivo de tiempo es el valor o valores

para un calendario de fabricación o el tiempo en el que se va a obtener la mejor solución. Los objetivos de costo incluyen el costo del material, el uso de máquinas y herramientas y los recursos humanos necesarios para preparar el diseño, fabricarlo y ponerlo en el lugar en donde va a operar.

Para el presente proyecto se analizaron las necesidades del Centro de Diseño. En resumen el problema consiste en que no existe ningún equipo en el mercado que sea capaz de organizar y preparar material audiovisual, por lo que hasta ahora se implementaban los medios para hacerlo de una manera rudimentaria, perdiendo tiempo y recursos para montar y desmontar los sistemas. Este mismo problema existe en todos los centros de docencia que utilizan material gráfico.

Uno de los principales objetivos es utilizar los recursos materiales propios del Centro que no sean dinero.

A continuación se mencionan los objetivos clasificados por temas.

El objetivo de tiempo es que esté terminado para fines de 1989. Los objetivos de costos son que no pase el presupuesto asignado al proyecto y que tenga un costo de operación y mantenimiento lo más bajo posible.

Los objetivos restantes son de funcionalidad.

El sistema deberá contar con el equipo para visualizar

40 diapositivas al mismo tiempo como mínimo.

Que sea estable para cualquier posición de trabajo.

Que la superficie de trabajo cambie de inclinación.

Que exista un lugar para descansar los pies.

Que sea parecido a sistemas similares instalados en el Centro de Diseño Mecánico.

Que su estructura no estorbe al usuario al operario.

Que exista un lugar de proyección.

Que exista un lugar oscuro para proyecciones.

Que sea lo más independiente posible.

Que exista un lugar de trabajo fotográfico donde se pueda cortar, pegar, ordenar, clasificar y armar.

Que se cuenten con las herramientas para el trabajo fotográfico.

Que sea capaz de almacenar diapositivas así como los accesorios del sistema.

Que utilice 110 V a 60 Hz.

Tiene que ser fácil de transportar, de instalar y de accionar por una sola persona.

Que no estorbe con otros sistemas instalados a su alrededor.

Que tenga un lugar para sobreponer dibujos, micas o cualquier material gráfico transparente.

Que pueda tomar fotografías de fotografías, libros, micas, diapositivas, etc.

Que esté bien organizado de manera que sea práctico y una cosa no estorbe con la otra.

Otro objetivo es que el encargado de realizar el proyecto estudie el método de diseño y a la vez que lo esté estudiando lo practique con este proyecto. Al realizar este trabajo, aparte de seguir el método de diseño, con el proceso de fabricación se adquiere experiencia en hacer un proyecto.

De la misma manera que en las necesidades, es necesario jerarquizar los objetivos.

El objetivo más importante es que el encargado de realizar este proyecto lo haga siguiendo el método de diseño para que aprenda practicamente como trabaja el método de diseño para el diseñador.

El siguiente objetivo en importancia es el de poder tomar fotografías de cualquier tipo de material gráfico. Luego el de visualizar 40 diapositivas al mismo tiempo.

A continuación se enlistan los objetivos restantes por orden de importancia. Algunos de los objetivos mencionados con anterioridad se excluyen de esta lista por no ser tan importantes, esto no significa que no se hayan tomado en cuenta.

Que utilice 110 volts a 60 Hertz.

Que tenga un costo bajo.

Que exista un lugar de proyección.

Que cuente con un lugar para sobreponer material gráfico transparente.

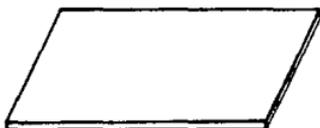
Que la superficie de trabajo cambie de inclinación.

Que exista un lugar de trabajo fotográfico.

Que sea estable para cualquier posición de trabajo.

Los objetivos mencionados anteriormente se pueden resumir gráficamente como "algo" que de estabilidad al sistema como por ejemplo una base estable; "algo" que sostenga una focosa y una cámara; y de la misma forma con los demás objetivos, cada dibujo ilustra un objetivo:

superficie trabajo



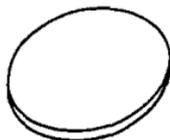
soporte



descanso pies

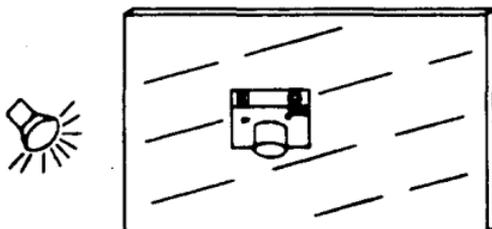


estabilidad



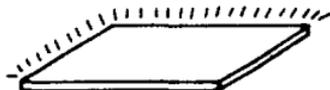
Y para la parte superior o mesa:

sostenedor focos y cámara



pantalla proyección

superficie iluminada



Capítulo 3

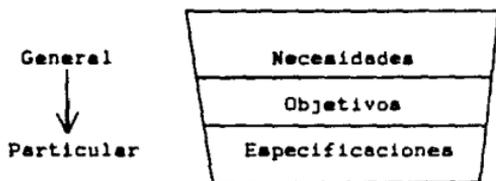
Marcando las Especificaciones

La siguiente fase consiste en establecer las especificaciones. Es de suma importancia hacerlo antes de seguir con el trabajo de diseño. Si las especificaciones se marcan después de que se ha iniciado el proceso, se corre el peligro de no satisfacerlas enteramente y con esto la consiguiente pérdida de características deseables en el producto.

Las especificaciones se establecen para cada objetivo y estas van a medirlos de acuerdo con un criterio basado en la objetividad. Solo de esta manera se podrá dar cuenta el investigador de que ya se han alcanzado los objetivos. Se debe utilizar un criterio particular para cada objetivo, porque se puede tener una especificación de voltaje de 110 a 120 V, en donde está muy claro si el objetivo se alcanza o no. Si el objetivo es que el sistema sea estético, esto es muy subjetivo y los criterios deben establecerse objetivamente en la especificación, de manera que sea un parámetro que pueda decidir si cumple o no con el objetivo.

Un método para conocer el nivel de objetividad en las especificaciones es la escala de "jueces". Esta va de menos objetivo a más objetivo como sigue: diseñador,

observadores, experto, muestreo de usuarios y finalmente los usuarios. Se puede obtener la opinión de cada una de las personas arriba mencionadas para tratar de tener la crítica lo más objetiva posible. A veces esto será un poco difícil, debido a que no siempre se tiene acceso a estas personas, por lo que una buena solución es que el diseñador olvide lo que sabe y se sitúe en el "papel" de cada una de esas personas.



Ordenando los objetivos, se dan a continuación las especificaciones para el proyecto en desarrollo.

Objetivo

Especificaciones

Tiempo

Entrega del sistema antes de Dic 15

Costos

Presupuesto

Costo en recursos externos al C.D.M.

menor a 100,000 pesos

Operación

Menos de 500 pesos por hora

Mantenimiento

Menos de 1,000 pesos el mes

Funcionalidad

Visualizar 40 diapositivas	Menos de 40 grados C despues de 30 minutos de operación Cantidad de luz mayor 100 y menor a 200 candelas Superficie plana y horizontal
Estable	Menos de 0.1 mm de movimiento
Cambio inclinación	De -14 grados a +42 grados
Descenso pies	A 21 cm del suelo y a 37 cm del borde mesa
Confortable	Altura de la mesa a 1 metro
Estético	Apariencia similar a otros sistemas
Moderno	" " " " "
Estructura no estorbe	Columnas alejadas 35 cm mínimo de la orilla de la mesa
Proyección	Pantalla mínima de 45 x 45 cm
Oscuro	Cantidad de luz menor a 10 candelas
Independiente	Contacto energía electrica
Trabajo foto-gráfico	Superficie mínima 60 X 60 cm
Herramientas	Guillotina de 20 cm y tijeras de 10 cm
Almacenaje	Mínimo 400 diapositivas y 8 dm cubicos
Electricidad	115 V +- 5 V y 60 Hz +- 5 %
Facil trans-portación	Desarmable en dos partes

Facil inata- lación	Una sola persona pueda montarlo y desmontarlo
Sobreponer gráficos	Superficie iluminada con cantidad de luz menor a 200 y mayor a 50 candelas
Tomar foto- grafias	Distancia minima 10 cm y máxima 40 cm Cantidad de luz menor a 150 y mayor a 50 candelas, tipo de luz no reflejante.

Diseñador

Estudio y práctica mé- todo diseño.	Diseñar, construir y probar un proyecto.
---	--

Capítulo 4

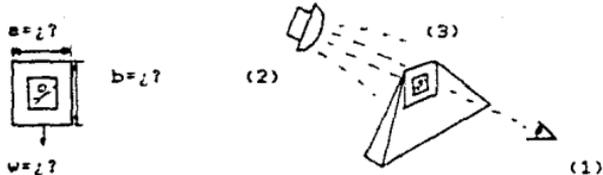
Conceptualización

Hasta este punto se tiene mucha información acerca de las necesidades, objetivos y especificaciones. Se sabe lo QUE se debe de hacer y para encontrar el COMO se debe de hacer es necesario conceptualizar cada problema.

Conceptualizar es crear mediante un método, el cual puede ser la crítica a sistemas ya existentes y por esto el resultado es un nuevo producto mejor que su antecesor, esto es la optimización.

Se puede también conceptualizar a partir de la frontera del sistema hacia el usuario. Esto dicho en otras palabras es partir de una limitación física hacia el problema.

Por ejemplo, de las dimensiones y peso de una diapositiva hacia el tamaño del dispositivo que la sostendrá e iluminará para poder verla. Aquí intervienen muchos factores como que el ojo humano (1) solo es sensible a la luz, por lo tanto el dispositivo emisor de luz (2) tiene que emitir la suficiente para que pase por la diapositiva y entre al ojo, pero no demasiada porque podría lastimarlo. El sistema que cargue la diapositiva (3) no debe tapar la parte de la fotografía y debe tener las dimensiones de la diapositiva.



Aquí se partió de la frontera (una dimensión que no podemos cambiar) hacia lo que se desea obtener.

En otras palabras, se sabe lo que se tiene y se sabe a donde se quiere llegar. En las fases anteriores se marcaron los "blancos", ahora hay que traer los casinos hacia ellos. Es necesario tratar de solucionar cada problema conceptualmente. Una vez establecido el concepto, se pueden generar las alternativas que lo contendrán.

Los conceptos se generan partiendo de los objetivos y una vez establecidos se verifica que cumplan con las especificaciones. Los objetivos funcionales son los únicos en los que se va a poder conceptualizar.

Para conceptualizar el proyecto en desarrollo se utilizó en lo posible el método de la frontera.

El equipo para visualizar 40 diapositivas al mismo tiempo deberá ser algo que al mismo tiempo de sostener las diapositivas les haga pasar luz por ellas.

Para que la masa sea estable se deberá utilizar algo que

apoye la mesa en el piso en por lo menos tres puntos no colineales. Este contacto con el piso deberá ser constante en cualquier posición de trabajo.

La superficie de trabajo puede cambiar de inclinación por medio de un eje de giro o por juegos de barras. La desventaja en utilizar juegos de barras es que existe un desplazamiento al momento de hacer el giro.

El lugar para descansar los pies es cualquier objeto en el que se apoyen a la altura adecuada.

De la misma forma para que sea confortable deberá ser anatómico y con las dimensiones adecuadas. Para que sea estético y moderno deberá ser agradable a la vista y que transmita la sensación de progreso, adelanto.

El lugar de proyección debe ser una superficie plana y blanca, ya que se parte del hecho de que si no tiene estas dos características no se va a ver bien lo proyectado.

Para el lugar de trabajo es necesario algo que sirva de apoyo como una superficie plana horizontal.

Como las herramientas del trabajo fotográfico ya existen, son comerciales y de buen diseño, ya no es necesario conceptualizarlas.

El almacenaje se realice en cualquier contenedor cerrado.

Para que sea fácil de transportar debe ser ligero o si es pesado, que se divida en varias partes. Su instalación

ha de ser sencilla también, por lo tanto se puede incluir un folleto con las instrucciones de armado.

En el caso de sobreponer materiales gráficos transparentes el concepto es el mismo que el de las 40 diapositivas, se necesita algo que sostenga el material gráfico y que haga pasar luz por él.

Para poder tomar fotografías de fotografías, libros o diapositivas, es necesario algo que primero sostenga el material a ser fotografiado y luego algo que sostenga la cámara.

Existen algunos objetivos que no fueron conceptualizados porque solo dependen de la organización y orden que tengan todos los objetivos como conjunto.

Capítulo 5

Generación de Alternativas de Soluciones

Una vez establecidos los conceptos se analizan cada uno de ellos por separado y se generan alternativas que cumplan con ellos.

Es importante no limitarse a pensar en que un par de alternativas van a ser suficientes para cada problema. Cuando se analicen estas alternativas y ambas se eliminen será necesario crear más alternativas para posteriormente eliminarlas. Es mejor desde un principio crear el mayor número de alternativas posibles y desecharlas después, se nos podría ocurrir una alternativa mientras estamos desechando las otras.

No se tiene que pensar en si es factible o no una alternativa cuando se están generando, ya que si se elimina una alternativa sin haberla tomado en cuenta se corre el peligro de que esta alternativa hubiera podido ser la ideal, o tal vez esa no pero una derivada de ella sí.

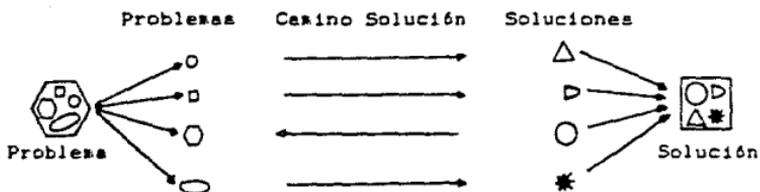
Existen varios métodos para generar alternativas. Al pensar en las alternativas se tiene que dar rienda suelta a la imaginación. Si existe algo en el mercado es mejor

utilizarlo para nuestro beneficio, no sirve de nada redescubrir el hilo negro.

Uno de los métodos para generar alternativas es la tormenta de ideas, en donde se reúnen cierto número de colaboradores y se empieza a lanzar cada idea en forma más o menos ordenada, anotándolas todas. Esto es bueno porque hace que las personas se retroalimenten unas a otras, no limitándose a una forma de pensamiento. Se tiene que dar la primera idea que venga a la mente, luego la que sigue y así sucesivamente. Luego se eliminan las más absurdas y van quedando menos, pero sin haber despreciado ninguna idea.

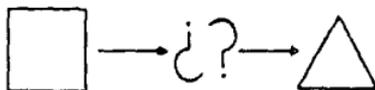
Otro método para generar alternativas es ver las soluciones antiguas para problemas antiguos o estudiar las soluciones nuevas para problemas antiguos, todo esto se logra en la búsqueda de información comercial. También se pueden analizar las soluciones existentes en el mercado y adaptarlas o modificarlas a nuestro problema particular o incluso mejorarlas.

Se puede dividir el problema en varios problemas pequeños, obteniendo una solución para cada uno de ellos y luego juntar las soluciones para obtener una solución al problema original.



Se pueden hacer también cuestionarios en los que se pregunte como se espera resolver el problema, de aquí pueden nacer muy buenas ideas.

Se pueden hacer diagramas o dibujos con lo que se tiene en un principio y lo que se desea al final y entre ellos respuestas gráficas que generan alternativas. Por ejemplo, si se tiene un cuadrado y se desea tener un triángulo, ¿que se puede hacer?



Se puede quitar el lado superior del cuadrado y los lados laterales caerían formando el triángulo. Como esta solución existen muchas más.



Siguiendo los métodos para generar alternativas expuestos anteriormente, algunas alternativas se generaron de ideas existentes en el mercado mientras que otras fueron creadas gráficamente y otras más fueron obtenidas de una tormenta de ideas.

De los productos comerciales existentes en el mercado extranjero, existen unas lámparas de resplandor con un tubo de neón circular y un foco incandescente en el interior, estas lámparas son alemanas y cada una cuesta 140 mil pesos, por lo que su costo no permite utilizarlas. En catálogos y revistas técnicas existen lámparas conectadas por medio de un tubo de piezas intercambiables por lo que las lámparas se posicionan en la longitud del tubo deseada. Estas son estadounidenses y no es posible conseguirlas en México.

En cuanto a la parte del lavamanos, en el mercado extranjero existen resplandores con motores eléctricos para el control de altura e inclinación. Estos dispositivos son extremadamente caros. En una revista se encontraron los planos para un lavamanos que cambia de altura, para personas lisiadas. También funciona con motores eléctricos.

En el mercado nacional existen muchos tipos de resplandores y algunas de las alternativas expuestas a

continuación utilizan conceptos de ellos. Algunas ideas se tomaron de instrumentos musicales como los soportes para teclados y baterías.

De acuerdo a las necesidades del proyecto se plantearon las siguientes alternativas de solución para cada problema aisladamente, representando la solución con un pequeño dibujo.

Para mayor facilidad en el manejo de la información y para clarificar el método seguido se procedió a dividir el sistema en dos partes (como se hizo en el análisis de objetivos), una inferior (que incluye patas y bases) y una superior (que incluye la mesa y sus accesorios).

Para la parte inferior del sistema:

Para que la mesa sea estable (figura 1) se pueden poner tornillos niveladores en las bases, de esta forma no importa si el piso está horizontal o no (a). Se puede poner una base larga (b) o una ancha (c) o una base grande y pesada con una sola pata o columna (d). También se puede poner con dos bases laterales, una central y una sola columna (e) o con dos columnas (f). Se pueden poner tres columnas (g) o cuatro (h).

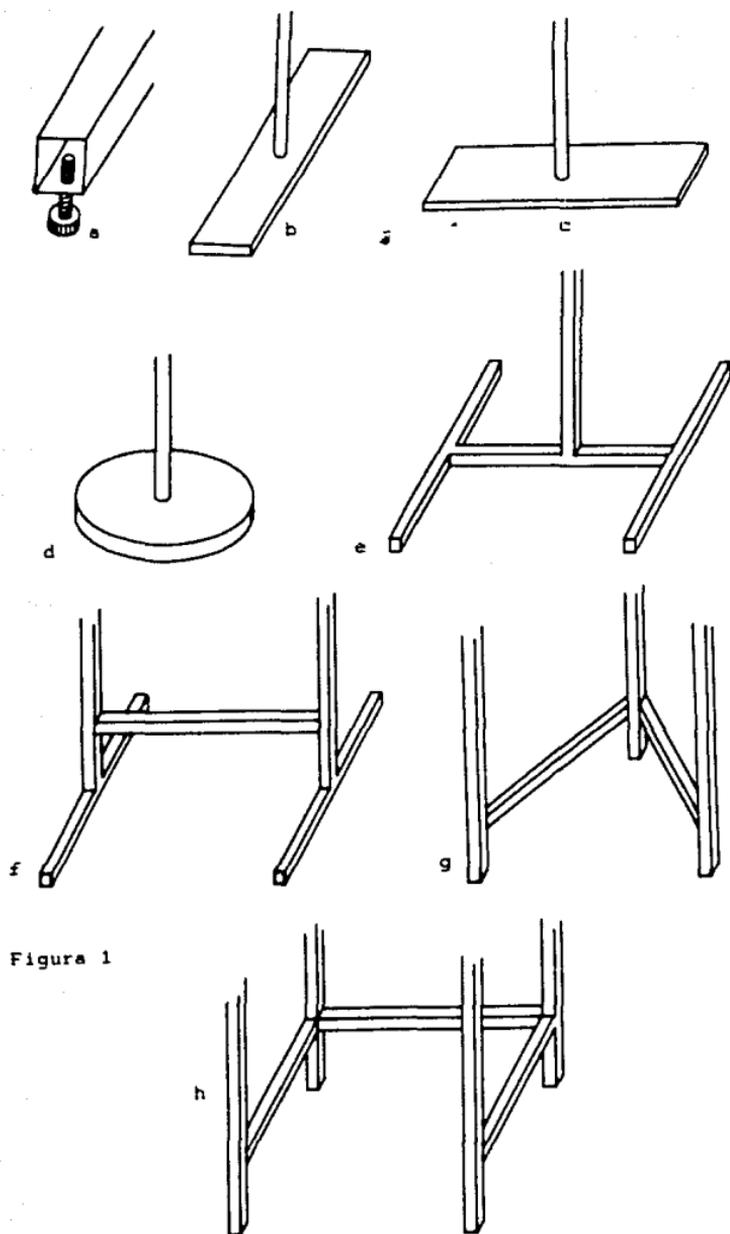


Figura 1

Para que la mesa cambie de inclinación (figura 2), teniendo como base que el eje de giro está en el centro de la mesa o cerca de este, se puede poner un engrane acoplado a una manivela (a) (esto se puede hacer mediante un motor eléctrico o manualmente). Se pueden tener dos placas, una fija y otra giratoria, unidas mediante un tornillo que las apriete (b). Se puede utilizar una placa perforada móvil con posiciones preestablecidas con un seguro que fija la posición (c). Se pueden tener varias láminas fijas y móviles intercaladas que se fijan con un tornillo opresor (d).

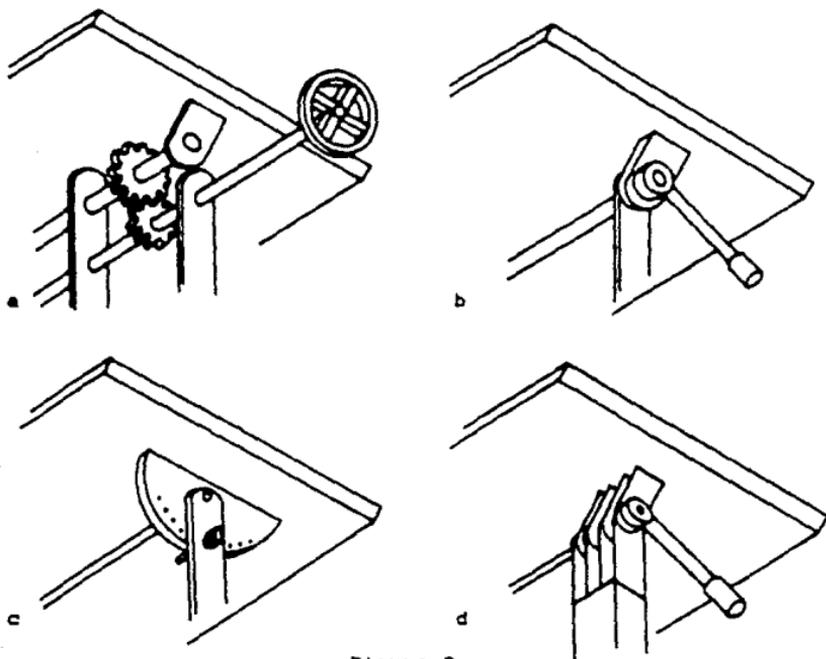


Figura 2

Si el eje de giro está en uno de los extremos (figura 3), el mecanismo de giro puede estar en la barra que sostiene la parte móvil de la mesa al tener posiciones predeterminadas en la barra de sujeción (a). Se puede tener también una cremallera y un piñón con volante, accionados manual o eléctricamente (b). Se pueden utilizar dos barras coaxiales (una interna y otra externa) con posiciones predeterminadas (c).

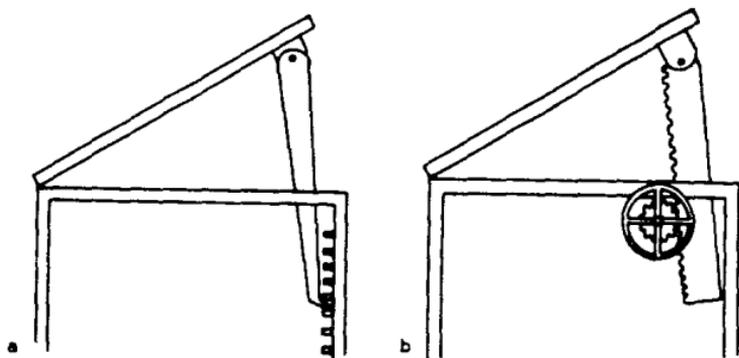
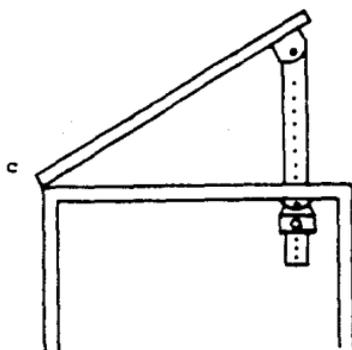
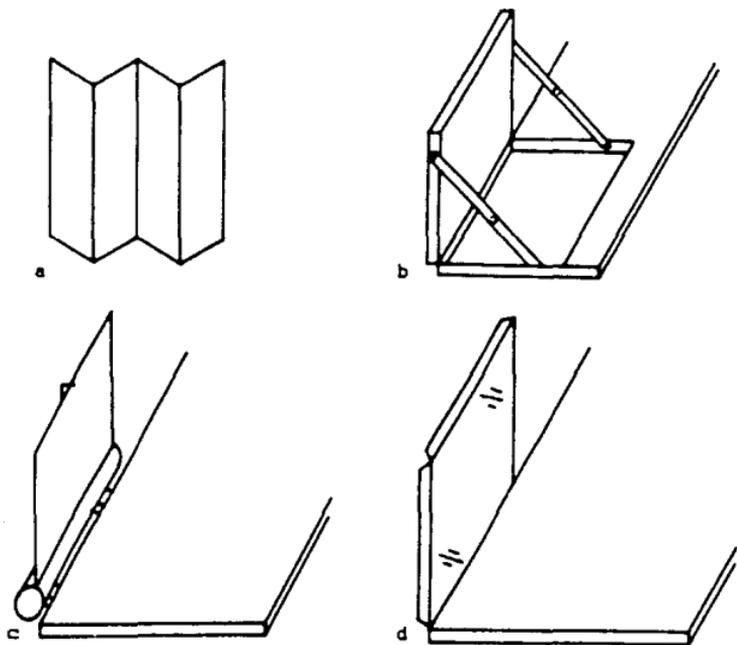


Figura 3



En lo que se refiere a la parte superior del sistema o mesa están las siguientes alternativas:

Para solucionar el problema de tener un lugar donde proyectar (figura 4), se puede poner una pantalla rígida que sea desdoblable (a); que sea parte de la superficie de la mesa y se levante girando (b). La pantalla puede ser no rígida como una cortina que sea retractil o que se enrolle manualmente (c); o ser de tela con un marco (d). Puede ser rígida y que se acople en la superficie de la mesa (e); o una pantalla externa a la mesa (una pared por ejemplo) (f).



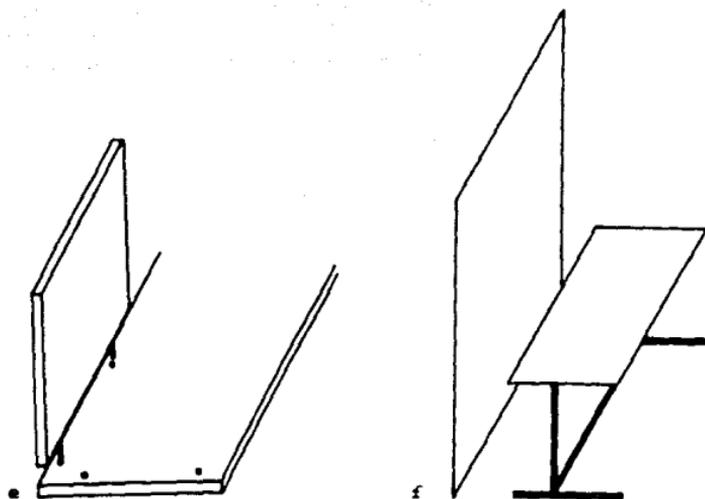


Figura 4

Para la organización del material gráfico transparente, como diapositivas, se puede tener una fuente de luz natural o artificial. Se puede tener una superficie vertical u horizontal con una lámpara o con luz natural y espejos.

Para el almacenaje del material fotográfico se pueden tener elementos externos al sistema como archiveros o que el sistema tenga cajones propios.

Para poder tomar fotografías de cualquier material gráfico (figura 5) es necesario tener dos fuentes de iluminación y un soporte para la cámara. Estos tres soportes pueden ser del tipo de barras paralelas, con dos pares de barras paralelas (a) o un par de paralelas y una barra sola

(b). También se puede utilizar una barra de dibujo universal (c) o un brazo articulado con dos barras (d).

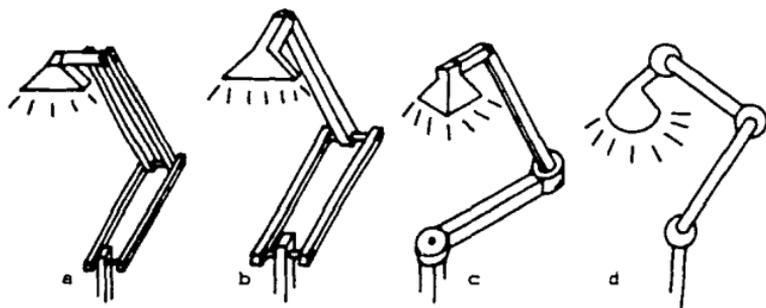
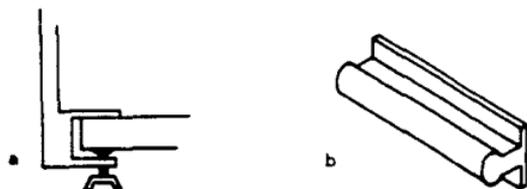


Figura 5

Estos soportes se tienen que apoyar en la mesa por lo que la sujeción de estos (figura 6) puede ser con un tornillo de sujeción en cada soporte (a). Se puede hacer con rieles externos (b) o internos (c) y un carro móvil en el soporte que se fije al riel. También se pueden tener numerosas posiciones predeterminadas en la periferia de la mesa de manera que entren los soportes en ellos (d).



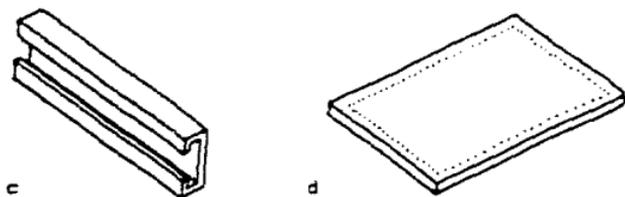


Figura 6

Para tener el lugar oscuro se puede lograr mediante cortinas en el lugar de trabajo. Se puede oscurecer solo el lugar de proyección con un ducto de tela de varias piezas o de una sola pieza. Se puede hacer el ducto con materiales duros o flexibles como el cartón o plástico.

Capítulo 6

Selección de Alternativas

Pero existe un problema al generar alternativas, ¿cómo sabemos cual es la mejor? "Una idea es buena cuando se compara con otra". De esta manera tendremos un marco objetivo para decidir cual es la mejor alternativa.

El siguiente paso en el método de diseño es la selección de alternativas. Una alternativa de diseño es factible cuando los niveles esperados de funcionalidad, costo y tiempo son practicables bajo las circunstancias especiales en las que el diseño se desarrollará y se usará.

Existe una lista para verificar cada alternativa en cuanto a la factibilidad de funcionalidad y luego se comparan las alternativas factibles en costos y tiempo.

La lista para la verificación de alternativas es la siguiente:

1. ¿Se está violando alguna ley de la naturaleza?
2. ¿Será adecuado el nivel de funcionalidad esperado bajo las circunstancias?
3. ¿Se puede hacer con las facilidades, talento y maquinaria disponibles para el patrocinador del proyecto?
4. ¿Operará confiablemente bajo condiciones de uso o abuso?
5. ¿Cumplirá con el mínimo requerido en las especificaciones

técnicas?

6. ¿Habrá interacciones con subsistemas que podrían causar problemas?

7. ¿Se puede usar la máquina o equipo con comodidad y conveniencia por personas que deben interactuar con ella física o mentalmente?

8. ¿Se le puede dar servicio y mantenimiento con un costo y tiempo razonable? ¿Estarán todas las partes disponibles?

9. ¿Es el nivel de funcionalidad lo suficientemente bueno para competir con ofertas de la competencia?

10. ¿Está la tecnología al alcance de las personas que lo deben construir y mantener?

11. ¿Existen resultados adulterados de importancia?

12. ¿Existen temperatura o humedad extremas anormales en su uso?

13. ¿Es realmente seguro de usar? ¿Está hecho a prueba de tontos o necesita ser a prueba de supertontos?

14. ¿Existen ruidos ambientales o contaminantes químicos de importancia?

15. ¿Es importante la estética, y si es así, que comparaciones hay?

16. ¿Es adaptable a cambios futuros?

El siguiente paso es someter a cada alternativa a esta verificación, con esto se tendrá una evaluación de todas las

alternativas y por lo tanto la que cumpla con más condiciones será la mejor. Puede ser que la mejor alternativa en funcionalidad, después de todo, no sea la mejor, debido a los costos y al tiempo.

Una gran ventaja de haber desarrollado este proyecto en el Centro de Diseño Mecánico es que cuenta con un almacén de materiales disponibles. Estos materiales fueron desperdicios y sobrantes de otros proyectos por lo que al utilizar estos materiales el Centro ahorra una gran cantidad de recursos económicos.

Por lo anterior, un criterio muy importante en la selección de alternativas fue tratar de utilizar al máximo los materiales del Centro, para no gastar en otros diferentes que harían el mismo trabajo.

Tomando en cuenta el cuestionario anterior, se mencionan a continuación las alternativas y la razón o razones por las que fueron descartadas.

Para la condición de estabilidad si la base es larga o ancha esto no garantiza que sea lo suficientemente estable, debido a que si el piso no está completamente plano el sistema no será estable. Si se usa una base grande y pesada con una sola columna se presenta el mismo problema ya que el piso puede ser irregular y con esta condición el sistema ya no sería estable, es decir, se movería más de medio milímetro en

la base, que es la condición que se nos marca en las especificaciones.

Si se utilizan dos bases laterales y una columna central el sistema no tendrá la suficiente fuerza y apoyo para sostener la parte superior. Si se utilizan tres o cuatro columnas, la parte superior tendrá demasiados puntos de apoyo, que a la vez de estorbar, van a ser más caros al utilizar más material.

Para la condición de cambio de inclinación en la mesa para el eje de giro en el centro o cerca de él, si se utilizan engranes con tuerca fijadora. Su costo es demasiado elevado, a la vez de que toma más tiempo fabricarlos que la alternativa seleccionada. Se deberían tener dos juegos de engranes, uno en cada lado y estar sincronizados, por lo que resulta un sistema complicado y costoso.

Si se utiliza una placa fija y una movil giratoria, la fuerza que se debe aplicar en el tornillo que sujeta las dos placas por fricción es tal, que se necesitaría un brazo de palanca demasiado largo (40 cm), de otra manera no lo alcanzaría a aflojar y apretar una mujer promedio. Este brazo al ser tan largo estorbaría con la estructura del sistema.

Al utilizar varias láminas fijas y móviles intercaladas con un tornillo opresor es necesario fabricar un troquel

para hacer las láminas todas iguales, tanto las fijas como las móviles, si no se hace de esta manera se corre el peligro de que al ser sujetadas por tornillos a la estructura el eje de giro no coincide en todas las placas estando desalineado tanto en cada uno de los apoyos como entre los dos. El costo de este dispositivo es muy elevado y solo es recomendable para producciones en serie.

Si se utilizan engranes acoplados a un motor eléctrico, el costo también es muy elevado y no justifica tener ese lujo.

Para cualquiera de las alternativas con las que el cambio de inclinación se hace con el eje de giro en uno de los extremos de la mesa es necesario utilizar mínimo tres columnas o patas, elevando el costo del sistema. El costo de los dispositivos como el juego de barra perforada con posiciones fijas o el de barra con acoplamiento en posiciones fijas es bastante parecido al de la alternativa seleccionada, pero al utilizar más material en la estructura se marca la diferencia en costos.

En lo que se refiere a la parte superior del sistema o mesa, para el problema del lugar de proyección si se utiliza una pantalla rígida desdoblable, con el uso se van a ir aflojando las uniones articuladas, a la vez que es más fácil de que se maltrate la zona del centro, que es la zona que

debe estar mejor cuidada. La opción de hacer que la pantalla sea parte de la superficie de la mesa y que se levante girando es buena excepto por los implementos que necesitaría para hacer el giro y una vez parada que se detuviera sola. Estos implementos aumentan los costos a la vez que hacen al sistema demasiado rebuscado sin que exista la necesidad.

Si se utiliza una pantalla externa al sistema, como una pared, se corre el peligro de que en el lugar de la instalación del equipo no exista ninguna pared blanca, a la vez de que le resta independencia al estar sujeto a situaciones ajenas al sistema.

Las opciones de las pantallas no rígidas presentan el problema de que se necesita una buena tela o un buen sistema de sostén de la tela para que esta no tenga arrugas. En el primer caso no existe en el mercado una pantalla para proyección del tamaño requerido por lo que se tendría que adaptar una de mayor tamaño, siendo demasiado cara. Por otro lado si se usa una tela normal se tiene que tensar con un sistema de resortes y varillas que complican mucho esta solución.

Para el caso de la organización del material gráfico transparente se requiere de una fuente de luz artificial, debido a que si se utiliza una fuente de luz natural el usuario está sujeto a la cantidad de luz en el día y deja

inservible el sistema en la noche. Se pueden utilizar espejos, como en el caso de un microscopio, que tiene espejo por una lado y un foco por el otro para la fuente de luz. Debido a las dimensiones necesarias para la cantidad de diapositivas, el espejo sería demasiado costoso y no siempre se utilizaría, además de necesitar una fuente de luz natural más o menos directa que hace al sistema depender de otros factores ajenos a él.

Para fijar a la mesa los soportes necesarios para los focos y la cámara, si se utiliza un tornillo de sujeción en cada soporte, a largo plazo va a dañar la mesa por estar quitando y poniendo, además de que es necesario utilizar las dos manos para mover cada soporte, por lo que de cierta manera limita al usuario a trabajar más despacio y con menos eficiencia. El hecho de tener numerosas posiciones en la periferia de la mesa limita la localización de los soportes. También reduce la superficie de trabajo al tener orificios en toda la periferia.

Para lograr la oscuridad en la pantalla no se puede depender de que el lugar de trabajo tenga cortinas o no, y aún teniéndolas no va a ser el único sistema trabajando en el lugar, por lo que no es buena opción.

Como se mencionó anteriormente, un factor muy importante en el criterio de selección de las alternativas fue el hecho

de que el Centro de Diseño cuenta con un almacén de materiales disponibles para este proyecto.

A continuación se mencionan las alternativas seleccionadas y las razones de su elección, recordando que una alternativa es buena cuando se compara con otra.

Otra buena forma de saber si es una buena alternativa es comparándola con su objetivo correspondiente.

Para la parte inferior del sistema se eligió la alternativa de dos bases laterales, una central y dos columnas. Esta opción permite tener el número mínimo de soportes para el eje de giro y a la vez la base central sirve para descansar los pies. Esta opción tiene suficiente rigidez y con la alternativa de tornillos niveladores en la base, el sistema queda perfectamente estable, independientemente del piso en el que se instala. Utiliza la mínima cantidad de material y por su forma tiene apariencia de fortaleza física. Los tornillos son a prueba de tontos.

Para que la mesa cambie de inclinación se eligió la alternativa de la placa perforada móvil con posiciones preestablecidas, ya que debido al peso de la mesa se necesitaba una condición de estructura fuerte que las otras alternativas no cumplan. Como cuenta en cada columna con un seguro acoplado a un resorte, el cambio de inclinación se

hace con un esfuerzo mínimo y en muy poco tiempo. También es a prueba de tontos, si no se hace en el orden adecuado la mesa no cambia de inclinación, protegiendo las partes frágiles como focos y vidrio. El orden correcto es quitar el seguro de un lado y dejarlo fuera, ir al otro lado y quitar el seguro, poner la mesa en la inclinación deseada y poner los seguros. Con un solo seguro basta, pero para mayor seguridad el sistema tiene dos.

Para la parte superior del sistema, en el caso de la pantalla, esta es rígida y se guarda en la parte inferior de la mesa. Se acopla a la mesa por medio de dos pernos que encajonan en dos bujes colocados en la superficie, lo que le da una fijación rígida y estable, prolongando la vida de la pantalla, a la vez de que se protege el centro de esta al ser de una sola pieza.

La fuente de luz, como se vio anteriormente, debe ser por fuerza artificial (focos). Existía la alternativa de hacer toda la superficie iluminada pero esto era demasiado caro y no era necesario, por lo que se hizo una parte de la superficie de la mesa iluminada con focos tipo Soft Tone que dan una luz uniforme y no brillante. El vidrio de la parte iluminada es liso por arriba y esmerilado por abajo para hacer más uniforme la luz y que esté mejor repartida en toda la superficie.

Para el almacenaje de material gráfico no es necesaria la construcción de cajones ya que el Centro cuenta con gavetas con llave en donde se pueden guardar los accesorios y artículos con mayor seguridad.

Para los accesorios y herramientas como guillotina, tijeras, pegamento, etc., el Centro ya cuenta con ellos en el lugar donde se va a instalar el sistema, por lo que no es necesario proporcionarlos.

En el caso de los soportes el Centro tenía en su almacén varias lámparas de restirador antiguas que necesitaban de una reparación. Estas lámparas quedaron perfectas para el sistema ya que es lo que se necesitaba. Cualquier lámpara hubiera resuelto el problema, la diferencia en la selección de las lámparas fue el costo. Al estar disponibles estas lámparas lo único que requirieron fue una reconstrucción. Para el soporte de la cámara se adaptó una de estas lámparas. A este soporte se le adaptó una manivela de aluminio para mayor control de las posiciones.

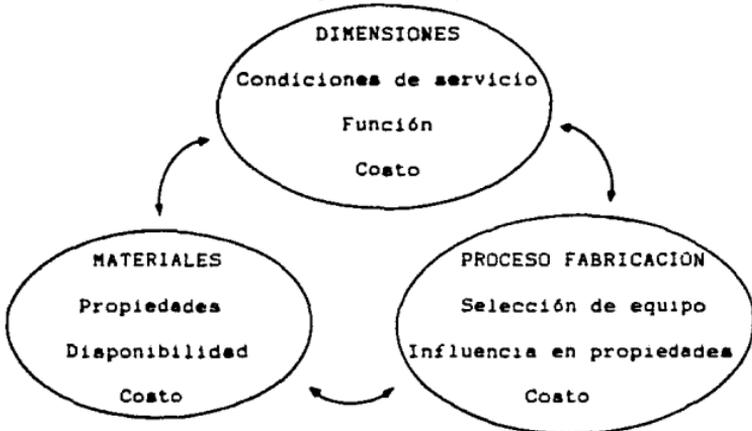
Para la fijación de cada soporte se utilizó un riel interno que estaba disponible en el Centro y se fabricaron los carros para los rieles. Esto le da mayor independencia al usuario al mover con una sola mano el soporte y fijarlo justo en la posición deseada.

Capítulo 7

Diseño de Detalle

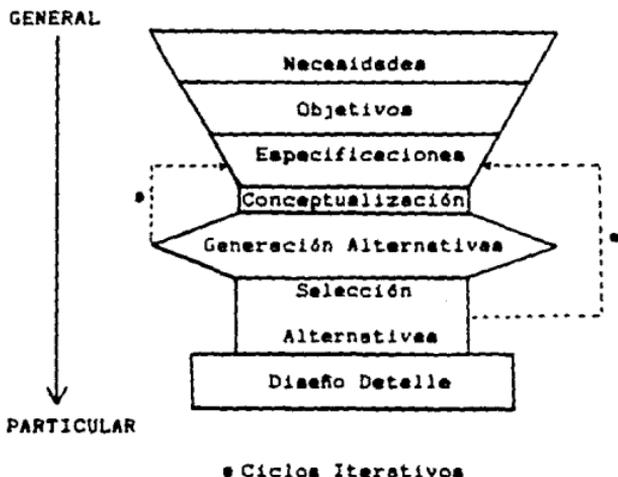
Una vez seleccionadas las alternativas se procede a escoger los materiales a utilizar, dar dimensiones y unir todas las piezas, esto es el diseño de detalle. El criterio para la selección anterior se basará en la función de cada pieza dentro del proyecto. Existen criterios de funcionalidad, tiempo y costo. Dentro de la funcionalidad están criterios como el antropomórfico (dimensiones del cuerpo humano), criterios de responsabilidad mecánica, criterios de estética.

Existe una interrelación muy fuerte entre las dimensiones, los materiales y los procesos de fabricación, como se muestra en el siguiente esquema:



No se puede hablar aisladamente de cada uno de esos temas. El uso de cierto material va a estar en función de sus dimensiones y del proceso para fabricarlo.

El diseño de detalle se encarga de establecer los tres factores de la mejor manera posible.



En el proyecto desarrollado en este trabajo se hace el diseño de detalle partiendo de los materiales que van a ser proporcionados por el Centro. Se utiliza este criterio ya que el costo en materiales es más alto que el del proceso de fabricación.

Para el material de la superficie de la masa fue proporcionado un conglomerado de madera con una lámina de

formica pegada. Este material es justo el que se necesitaba. Las dimensiones de esta superficie rectangular son de 1034 X 594 mm. Se deseaba una superficie con mayor área, debido a que el proyecto en desarrollo debería parecerse a los sistemas ya instalados en el Centro. La diferencia en tamaño con los otros sistemas no fue tan grande por lo que esta superficie resolvió perfectamente el problema.

La superficie iluminada (que tiene que estar incluida en la superficie de madera) está destinada a poder observar 40 diapositivas como mínimo. Cada diapositiva mide 50 X 50 mm, por lo que la superficie mínima debe ser de 100,000 mm cuadrados. Ahora falta definir la forma de esta superficie. Lo más sencillo sería una forma rectangular de 400 x 250 mm en donde cupieran exactamente las 40 diapositivas. El resultado sería una mesa iluminada un poco aburrida y demasiado cuadrada. Para hacer la superficie iluminada más interesante se optó por hacerla en la forma y dimensiones marcadas en el plano 1 y 2, (páginas 58 y 59).

Esta forma es un poco más atractiva y las dimensiones dadas permiten observar 52 diapositivas. El número de diapositivas se aumentó debido a que existía una limitante en cuanto al mínimo, y este número se considero un poco pequeño, ya que solo cabría un poco más de un rollo de 36, mientras que en la pantalla presentada caben un poco más que el mismo rollo de 36 mas otro de 12.

El material seleccionado para esta superficie fue vidrio de 6 mm de espesor, que resiste el peso del usuario en caso de que se apoyara en el, es mas dificil de rayar que otros materiales y aguanta mejor el calor que otros materiales. La superficie del vidrio y la de la mesa están al mismo nivel, de manera que la superficie iluminada también es de trabajo.

La superficie inferior del vidrio está esmerilada para difundir mejor la luz.

El orificio para recibir el vidrio fue hecho con caladora de mano con las mismas dimensiones que el vidrio, se ajustó posteriormente con una lixa. El vidrio esta apoyado en toda la periferia del agujero por tiras cuadradas de madera de 5 X 5 mm pegadas y clavadas. Entre el vidrio y la madera de la mesa se inyectó silicon para evitar que el vidrio se saliera y también para que absorbiera impactos dados a la mesa.

Para la parte inferior del sistema, el Centro de Diseño Mecánico contó con varilla de acero de una pulgada para los tornillos niveladores de la base. Se utilizó este material por ser el mas barato y resistente y se fabricaron los tornillos en un torno. Se utilizó el diámetro de una pulgada ya que uno mas grande estorbaría y uno más pequeño sería difícil de agarrar por el usuario a la hora de hacer girar

el tornillo, (página 60, tornillo No. 1).

Para las bases se contó con perfil cuadrado de acero de 1.5 pulgadas de lado y un espesor de lámina de 1.1 mm. El largo de las bases fue determinado por el tamaño de la superficie de la mesa.

Para las columnas y soportes transversales el Centro disponía de perfil rectangular de acero de 1.5 pulgadas de ancho por 3 pulgadas de largo y un espesor de lámina de 1.1 mm. La altura de todo el sistema debe ser de 1 metro aproximadamente según datos de tablas antropométricas, por lo que la dimensión de las columnas se ajustó a la medida requerida (página 58).

Para los apoyos verticales de los ejes de giro y posición se utilizó el mismo material que para las bases.

Se utilizaron los perfiles descritos anteriormente por varias razones. La primer razón es que el Centro contaba con este material, la segunda es que el espesor de lámina puede soportar perfectamente el peso de todo el sistema y una tercer razón es por ser material barato y muy comercial.

Para los pernos de posición se utilizó varilla de acero de 3/4 de pulgada y para los pernos de giro se utilizó varilla de acero de 1/2 pulgada, siendo los dos tipos de varilla proporcionados por el Centro. En ambos casos se utilizó este material por tener buena resistencia y ser barato. Se fabricaron los pernos en el torno. Las

longitudes de los pernos fueron determinadas por las dimensiones de los perfiles como se ve en los planos, (página 61).

Para el plato de giro (página 59), se utilizó placa de acero de 1/8 de pulgada de espesor, también por tener una buena resistencia. Se cortaron con soplete los dos platos, se esmerilaron para hacerlos iguales y se empalmaron con dispositivos de sujeción por presión. De esta manera se hicieron las perforaciones con taladro vertical y así las dos placas quedaron idénticas.

Para sujetar las placas anteriores a la mesa se utilizó solera de 1.5 pulgadas de ancho por 1/4 de pulgada de espesor, por estar disponible en el Centro. En este caso esta solera sí podría ser más delgada, específicamente de 1/8 de pulgada, pero como el Centro no contaba con esta solera y sí con la de 1/4 y en forma de pedacera, se utilizó la última por ser, en este caso, la solución más económica.

El Centro también contó con un riel interior de acero (página 60), para el soporte de las lámparas, pero como era más ancho que la madera de la superficie fue necesario ponerle en la periferia de la superficie una madera de una pulgada de espesor para que el riel estuviera completamente apoyado.

Esta madera también se puso en la solera del plato de giro y se adquirió específicamente para el proyecto. Las dimensiones de los rieles y maderas salieron de las

dimensiones de la mesa (página 59).

Para la parte de la mesa iluminada se hizo una lámpara cerrada cuya única salida de luz es la superficie. Esta lámpara se hizo de lámina de acero calibre 24, proporcionada por el Centro, que es el calibre necesario ya que solo va a sostener los focos, un calibre más delgado la haría un poco débil y un calibre más grueso sería más caro sin ninguna necesidad. Las dimensiones de esta lámpara están en el plano No. 2 (página 59), así como la ubicación de los focos dentro de ella.

El riel utilizado es de acero de 1.1 mm de espesor, proporcionado por el Centro. El material de las piezas exterior e interior para el soporte de las lámparas también son de acero. Estas piezas fueron hechas con cepillo y fresa con las formas y dimensiones mostradas en el plano No. 3 (página 60).

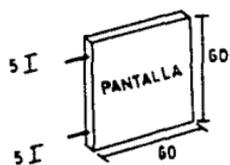
Las lámparas y el soporte de la cámara fueron proporcionadas por el Centro. Eran lámparas en muy mal estado, por lo que necesitaron de una reparación mayor.

El soporte de la cámara es del mismo material que la solera para el apoyo del plato giratorio, en este caso también se hubiera utilizado solera de 1/8 pero por estar disponible la de 1/4 se utilizó esta última.

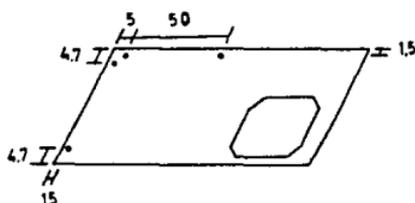
Para la pantalla se utilizó el mismo material que para la superficie, forrada con madera de 600 X 600 mm, con unos

pernos de acero de 9 mm de diámetro que embonan en la superficie con unos bujes de acero de 9.5 mm de diámetro interior y 12 mm de exterior. Los pernos miden 130 mm de largo y están insertados y pegados en el conglomerado en una de sus orillas a una profundidad de 90 mm, por lo que solo salen de la pantalla 40 mm. Están ubicados a 50 mm de la orilla de la pantalla y a la mitad del espesor del conglomerado.

Los centros de los bujes están a 15 mm de la orilla de la mesa y son 4. Están distribuidos como se muestra a continuación, de esta forma se puede poner la pantalla en dos posiciones diferentes.



cotas en cm.



Para el ducto oscuro se utilizó cartón.

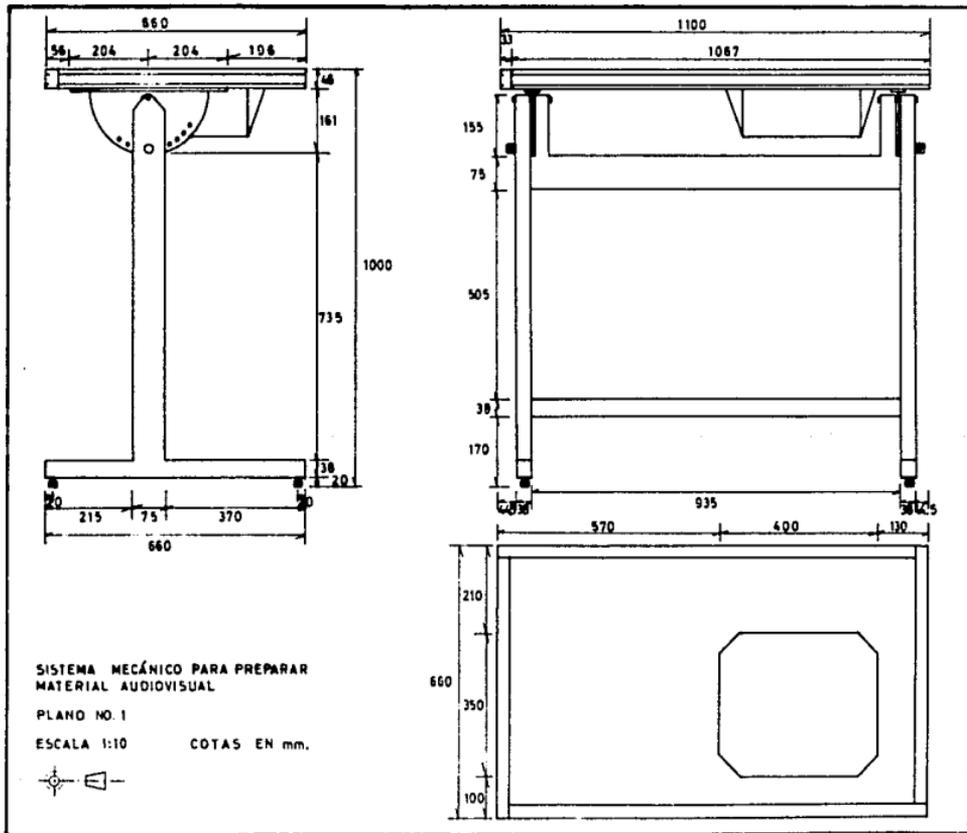
Para el tablero de control de focos se utilizó perfil de aluminio adquirido específicamente para este proyecto. Se utilizó aluminio ya que no es necesario pintarlo y tiene una buena apariencia.

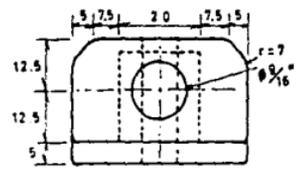
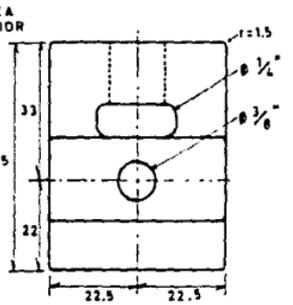
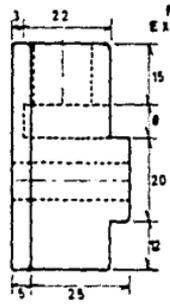
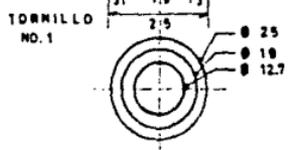
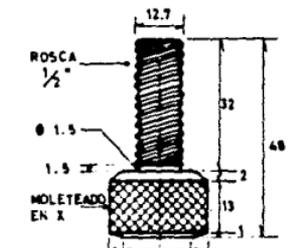
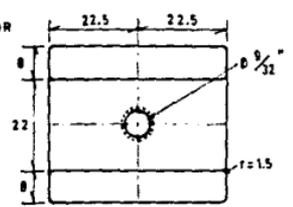
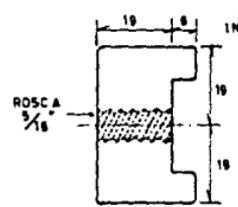
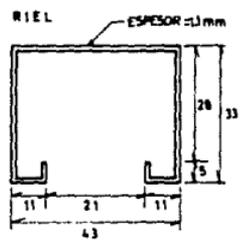
El tornillo No. 2 entra en la solera del soporte de la cámara y tiene la rosca de las cámaras de fotografía (diámetro de 1/4 de pulgada con 20 hilos por pulgada), como se ve en el plano No. 4 (página 51). El tornillo se fabricó en torno con varilla de acero de una pulgada de diámetro, al igual que los tornillos niveladores está moleteado en X y el diámetro de 25 mm resulta cómodo para aflojar o apretar la cámara.

La solera cuenta con una ranura para que el seguro de presión no estorbe y además se cubrió con una hoja de corcho para que la cámara asiente bien en el soporte.

Las demás roscas, como la de los tornillos niveladores y la de las piezas internas de los rieles son roscas estandard.

A continuación se muestran los planos y las fotografías del sistema. Posteriormente se da la memoria de cálculos.

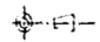




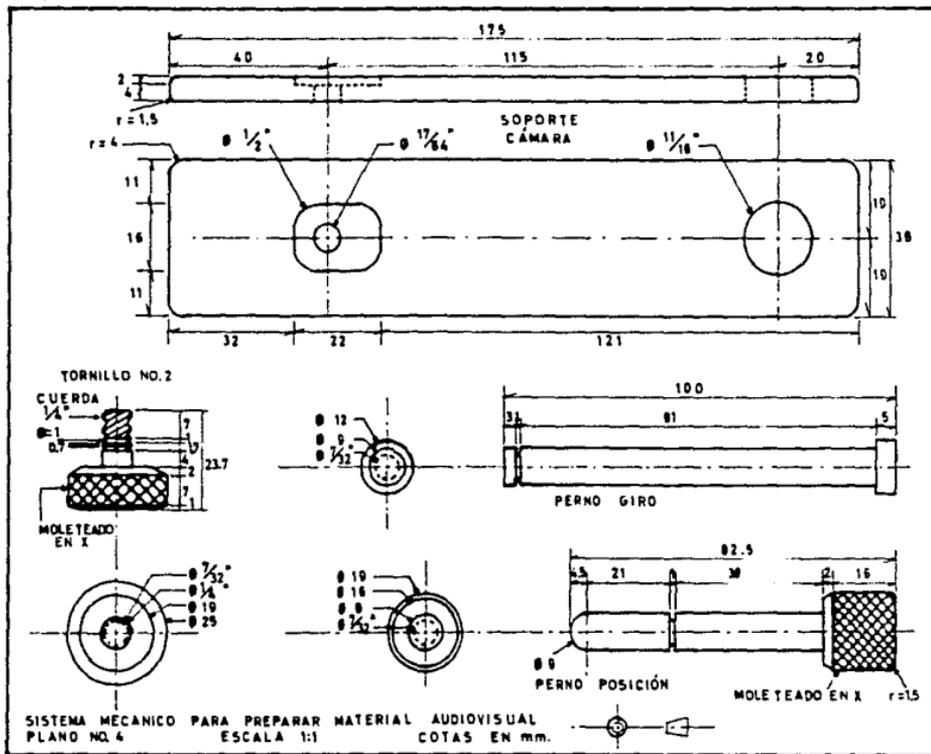
SISTEMA MECANICO PARA PREPARAR
MATERIAL AUDIOVISUAL

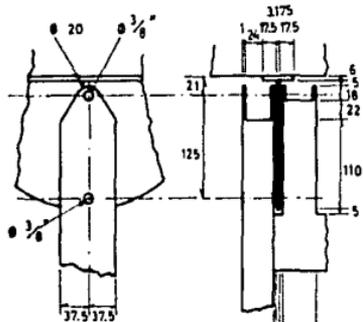
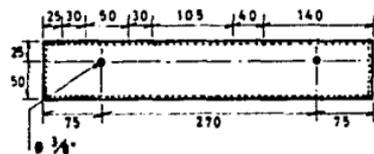
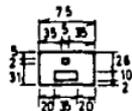
PLANO NO. 3

ESCALA 1:1 COTAS EN mm.



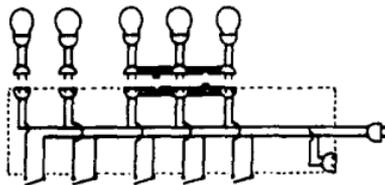
009



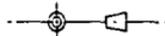


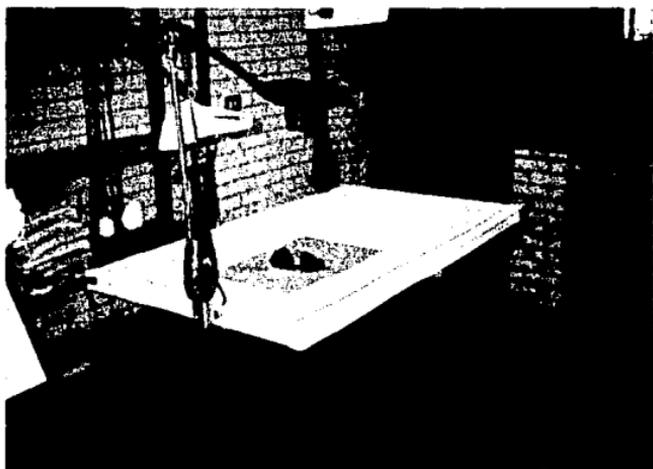
DETALLE EJES GIRO Y POSICIÓN

DIAGRAMA ELÉCTRICO



SISTEMA MECANICO PARA PREPARAR MATERIAL AUDIOVISUAL
 PLANO NO. 5 ESCALA 1:5 COTAS EN mm

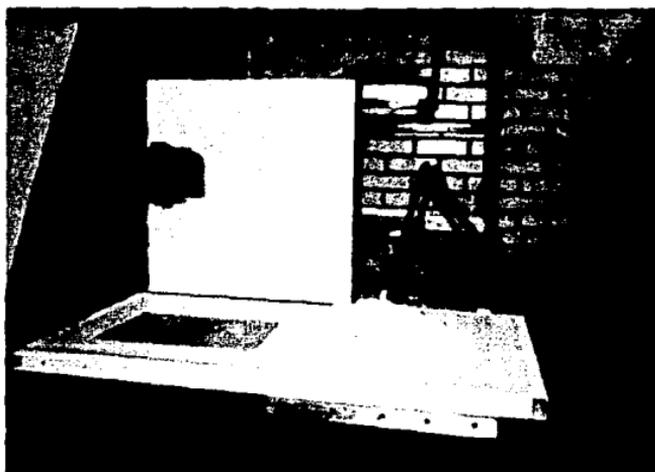




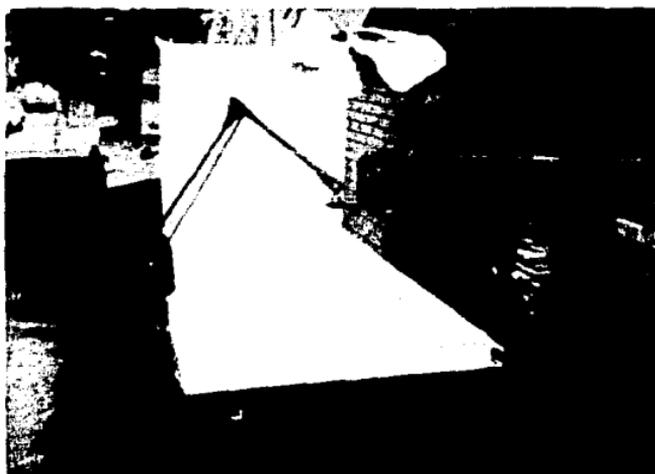
Sistema con mesa iluminada



Sistema con cambio de inclinación en la mesa.



Sistema con cambio de posición en la pantalla.

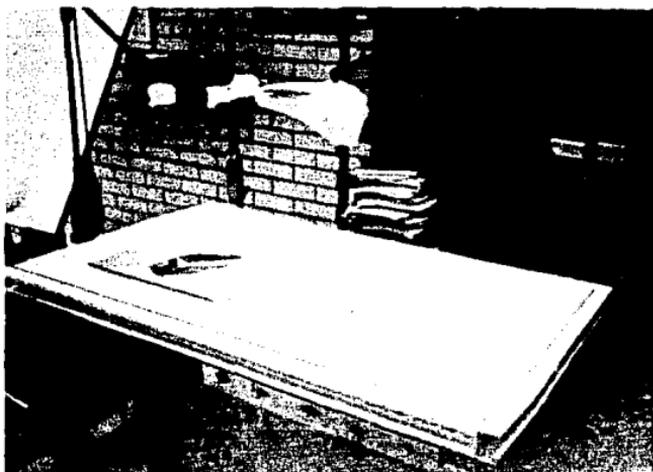




Vistas generales del sistema y otros sistemas del Centro.

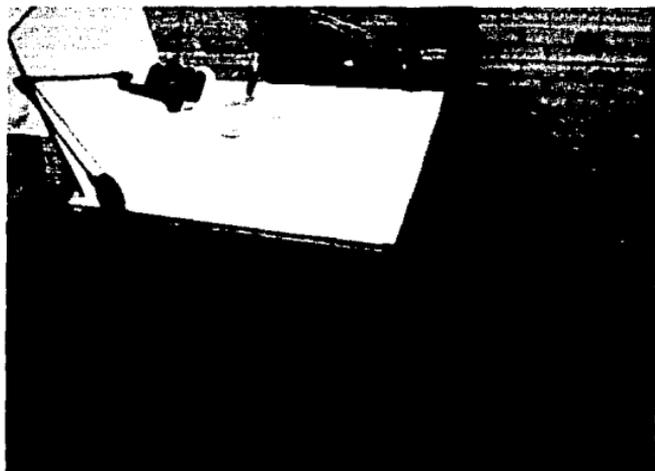


Detalle vista inferior del sistema.

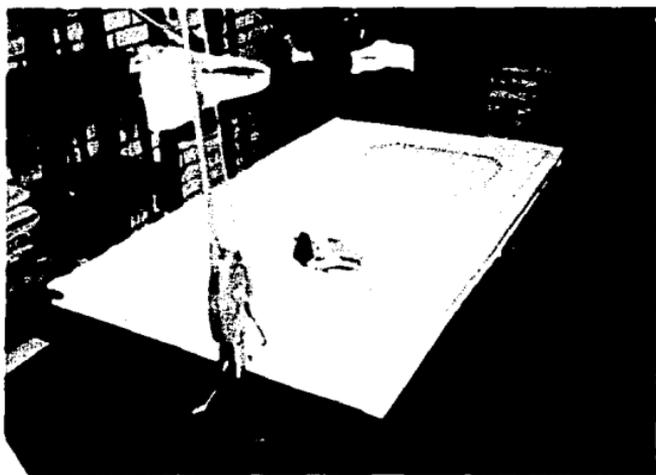


Sistema preparado para fotografias de cuerpos opacos.





Sistema con superficie inclinada, mesa iluminada y
pantalla montada



Vista general

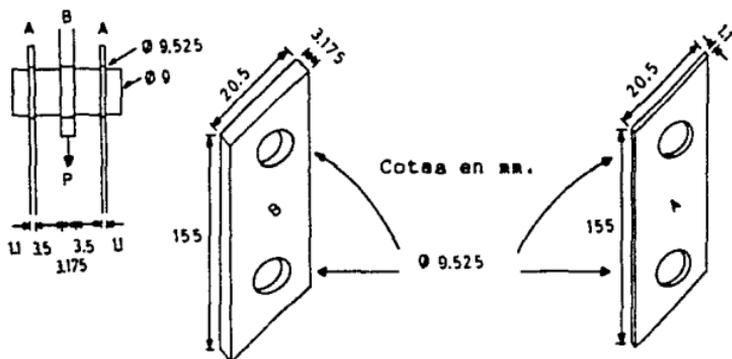


Detalle lámpara de superficie y tablero de control.

Cálculos

Se consideró que la parte crítica del proyecto era la del cambio de inclinación de la mesa, por lo que solo se realizaron los cálculos para saber si los espesores de los perfiles y de la placa eran seguros y para saber el diámetro crítico de los pernos.

Como la placa tiene muchas perforaciones, se hizo la consideración de tomar solo la barra de material que abarca una perforación y el espacio que tiene hasta llegar a las otras perforaciones, como se muestra en la figura. Se hizo lo mismo para los perfiles.



Se tomó como esfuerzo permisible al esfuerzo de cedencia. El esfuerzo normal permisible es de 250 MPa y el esfuerzo cortante permisible es de 145 MPa. Se sabe que el esfuerzo normal es $\sigma = P/An$ donde P=carga y An=área neta.

Para la barra B (placa giratoria)

$$P_B = \sigma_{perm} (A_n) = 250 \text{ MPa} (20.5 - 9.525 \text{ mm})(3.175 \text{ mm})$$

$$\underline{P_B = 8.711 \text{ kN} \quad 888.92 \text{ kg} = P_B}$$

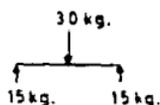
Para las barras A (perfiles)

$$P_A = \sigma_{perm} (2)(A_n) = 250 \text{ MPa} (20.5 \text{ mm} - 9.525 \text{ mm})(1.1 \text{ mm})(2)$$

$$\underline{P_A = 6.036 \text{ kN} \quad 615.94 \text{ kg} = P_A}$$

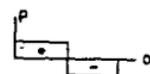
El peso de la mesa es de 14 kg. y se da una carga máxima de 46 kg. Se sabe que el momento flexionante máximo (M) se da en el punto donde la fuerza cortante es cero.

Para el perno de giro:



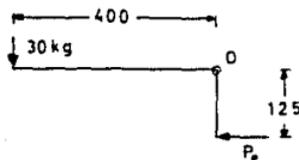
$$M_g = \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (30 \text{ kg})(0.005 \text{ m})$$

$$M_g = 1.47 \text{ N}\cdot\text{m}$$



Haciendo el diagrama de cuerpo libre y suma de momentos respecto al punto O (se toma como el eje de giro) y sabiendo que el momento $M = (F)(x)$ donde $F =$ fuerza y $x =$ distancia perpendicular a la fuerza. Se toma esta posición de la mesa porque es en la que la componente de la carga tiene el valor máximo.

Para el perno de posición:



$$30 \text{ kg} \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (0.4 \text{ m}) = P_p \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (0.125 \text{ m})$$

$$P_p = \frac{30 \text{ kg} (0.4 \text{ m})}{0.125 \text{ m}} = 96 \text{ kg}$$

$$M_p = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (96 \text{ kg}) (0.005 \text{ m})$$

$$M_p = 4.7 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Se considera que el peso del perno es despreciable; que el perno es una viga simplemente apoyada y que las cargas y las reacciones en la placa y perfiles son fuerzas concentradas. Haciendo el cálculo considerando que el esfuerzo normal por flexión gobierna el diseño, se tiene que $\sigma = M/Z$ donde Z es el modulo de sección y es igual a $Z = (\pi d^3)/32$ donde d es el diámetro del perno. Despejando el diámetro de la ecuación anterior se tiene:

Para el perno de giro:

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{M_g}{(0.0982)(\sigma)}} = \sqrt[3]{\frac{1.47}{(0.0982)(250 \times 10^6)}}$$

$$d_g = 3.9 \text{ mm}$$

Para el perno de posición:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{4.7}{(0.0982)(250 \times 10^6)}}$$

$$d_p = 5.8 \text{ mm}$$

Considerando el esfuerzo cortante debido a flexión (τ), para una viga de sección circular maciza $\tau = (4P)/(3A)$ donde P

es la carga y A el área de sección transversal. Despejando

el diámetro se tiene: $d = \sqrt{\frac{16 P}{\tau_{perm} 3 \pi}}$

Para el perno de giro:

$$d_g = \sqrt{\frac{16(30)(9.8)}{(145 \times 10^6) 3 \pi}} \quad \underline{d_g = 1.85 \text{ mm}}$$

Para el perno de posición:

$$d_p = \sqrt{\frac{16(96)(9.8)}{(145 \times 10^6) 3 \pi}} \quad \underline{d_p = 3.32 \text{ mm}}$$

Por lo anterior se deduce que los perfiles proporcionados por el Centro son seguros. También se ve que la placa giratoria podría ser más delgada pero esto ocasionaría desconfianza en el operario por temor a que se pudiera romper. De las consideraciones hechas para los pernos se deduce que el diámetro crítico para el perno de giro es de 3.9 mm y que para el perno de posición es de 5.8 mm, que multiplicado por el factor de seguridad de 1.55 se obtiene el diámetro de 9 mm. El perno de giro podría ser más delgado pero también inspiraría desconfianza en el operario.

Materiales y Costos

A continuación se da la lista de materiales y su costo al 15 de diciembre de 1989.

Lista de materiales no proporcionados por el Centro de Diseño Mecánico.

<u>Artículo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>
Primer pintura	1/2 l.	3,800.00
Silicón	1 tubo	6,500.00
Clavija 110 V	3 unid.	3,000.00
Contacto 110 V	1 unid.	2,000.00
Cable eléctrico cal. 18	4 m.	3,000.00
Foco soft tone	5 unid.	12,500.00
Pija 8 X 1 1/2 "	70 unid.	6,600.00
Pija 8 X 1 "	60 unid.	4,900.00
Soket porcelana blanca	3 unid.	2,432.00
Soket baquelita cafe	2 unid.	1,968.00
Cristal 6mm esmerilado	1 unid.	12,770.00
Cristal 3mm	1 unid.	4,200.00
Pino 1ra 25X50X2500 mm	2 unid.	7,720.00

	<u>T O T A L</u>	71,390.00

Lista de materiales proporcionados por el Centro de

Diseño Mecánico. A los materiales que se maquinaron se les da un 5% de desperdicio.

<u>Artículo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>
Barra redonda 1" acero	227 mm	979.00
Perfil acero 1.5 X 1.5 "	1712 mm	5,845.00
Perfil acero 1.5 X 3 "	3822 mm	19,574.00
Barra redonda 3/4" acero	173 mm	417.00
Barra redonda 1/2" acero	651 mm	702.00
Solera acero 1/4 X 1.5 "	1124 mm	2,316.00
Placa acero 1/8 " espesor	326 mm ϕ	5,397.00
Lamina calibre 24	599 X 662 mm	8,000.00
Riel acero 33 X 43 mm	3558 mm	9,964.00
Barra acero 27 X 40 mm	142 mm	1,306.00
Barra acero 27 X 57 mm	142 mm	1,861.00
Perfil aluminio 1.5 X 3"	420 mm	10,500.00
Conglomerado madera mesa	1034 X 594 mm	6,000.00
Conglomerado madera pantalla	600 X 600 mm	3,500.00
Formica mesa	1034 X 594 mm	19,000.00
Formica pantalla	600 X 600 mm	11,000.00
Switch 8 A 125 V	5 unid.	15,000.00
Enchufe hembra-macho 3 ter.	1 unid.	9,000.00
Pintura naranja	1 l.	17,800.00
Pintura negra	1/4 l.	4,450.00
Pintura blanca	1/4 l.	4,450.00

Primer pintura	1/2 l.	3,800.00
Solvente pintura	5 l.	9,000.00
Lampara-soporte	3 unid.	90,000.00
Pija 5 X 1/4 "	8 unid.	600.00
Tornillo 5/16 " X 2 1/4 "	3 unid.	450.00
Maneral aluminio	3 unid.	12,000.00
Seguros de presión ϕ 7/32 "	5 unid.	500.00
Accesorios (adhesivo, estopa, etc.)		3,500.00

	<u>T O T A L</u>	276,911.00

En cuanto a la Maquinaria facilitada por el Centro de Diseño Mecánico y la Facultad de Ingeniería, esta se enlista a continuación así como la operación realizada en ella.

Con el equipo de soldadura autógena se soldaron todos los perfiles rectangulares y cuadrados entre sí. Con este equipo también se cortaron los dos semicírculos de placa de 1/8 " de espesor.

Con el equipo de soldadura de arco eléctrico se soldaron las soleras de apoyo para los tornillos de nivelación dentro de los perfiles cuadrados. Cada solera mide 40 mm de largo y 35 mm de ancho y es de acero de 1/4 de pulgada de espesor. También con este equipo se soldó la solera de 1/4 " de espesor a la placa semicircular de 1/8 " de espesor. Con la electropunteadora se soldó la lámina de la lámpara de

superficie.

Con la segueta mecánica se cortaron todos los bloques de acero, la solera y los pedazos de barra.

Los pernos , el tornillo No. 1 (que es el tornillo nivelador), el tornillo No. 2 (que es el tornillo sujetador de la cámara fotográfica) y los bujes que sujetan la pantalla de proyección fueron hechos en torno.

Las piezas interiores y exteriores a los rieles, que forman la base de los soportes, fueron hechas con cepillo.

La ranura de las piezas exteriores a los rieles fueron hechas con fresadora vertical, así como la cavidad en la solera soporte de la cámara.

Todos los orificios en los rieles, perfiles, soleras y piezas en general fueron hechos con taladro vertical.

Todos los cortes en madera de pino de primera fueron hechos con una sierra circular perteneciente al realizador de este proyecto. El corte en el conglomerado de madera para recibir el vidrio fue hecho con caladora manual también propiedad del realizador de este proyecto.

Enseguida se presenta el resumen de la maquinaria utilizada, así como el costo. En el costo se incluyen materiales como electrodos, gas, aceite de corte, estopa, buriles, etc.

<u>Maquinaria</u>	<u>Operación</u>	<u>Costo</u>
Torno	Pernos	5,138.00
	Bujes pantalla	571.00
	Tornillos	4,281.00
Cepillo	Piezas ext. e int. riel	3,475.00
Frezadora universal	Piezas ext. riel	1,197.00
	Soporte cámara	120.00
Taladro vertical	Piezas ext. e int. riel	354.00
	Solera 1/4 "	354.00
	Placa 1/8 "	177.00
	Perfiles	177.00
	Rieles	354.00
Segueta mecánica	Piezas ext. e int. riel	380.00
	Pernos	380.00
	Bujes pantalla	76.00
	Soleras	190.00
	Tornillos	190.00
Soldadora autógena	Soldado perfiles	2,150.00
	Corte placas 1/8 "	612.00

Electrosoldadora	Soleras tornillos niv.	396.00
	Soleras y placas 1/8 "	594.00
Punteadora eléctrica	Lámina lámpara	94.00
Esmeril de banco	Uso general	448.00
Compresora Pintura	Uso general	3,580.00
Sierra circ. de banco	Madera pino	298.00
Sierra caladora manual	Conglomerado madera	567.00

	<u>T O T A L</u>	26,153.00

Lista de actividades tecno manuales y costo de ellas.

<u>Operación</u>	<u>Piezas</u>	<u>Costo</u>
Machuelos	Piezas int. riel	406.00
	Soleras tornillos niv.	163.00
Lima	Uso general	271.00
Segueta	Perfiles	406.00
	Rieles	271.00

Desarmador	Uso general	1,625.00
Pailería	Lámpara superficie	942.00

	<u>T O T A L</u>	4,084.00

Resumen de gastos y costo total del equipo.

Material no proporcionado por el Centro	71,390.00
Material proporcionado por el Centro	275,911.00
Maquinaria utilizada	26,153.00
Actividades tecno manuales	4,084.00

	<u>T O T A L</u>
	377,538.00

Capítulo 8

Pruebas y Análisis de Fallas

Una vez construido el prototipo es necesario someterlo a pruebas y a un análisis de fallas para evaluar si el diseño estuvo bien.

Las pruebas se realizarán de acuerdo a las especificaciones, que deberán ser cumplidas.

El análisis de fallas consiste en hacer una lista de partes, analizar la función de cada una de ellas, determinar el tipo de falla en caso de que exista, determinar el origen de esta falla y finalmente la corrección a la falla.

En todo diseño existen fallas naturales debido al uso del equipo y estas se corregirán mediante el mantenimiento adecuado.

De la lista de especificaciones de funcionalidad se hacen las pruebas para comprobar que se cumple con ellas.

La primer prueba consistió en poner un termómetro en la superficie iluminada después de que esta había estado encendida con sus tres focos por mas de 30 minutos. El termómetro registró 53 grados centígrados, que es mayor a la temperatura establecida en las especificaciones, por lo que se acaba de detectar un error.

La siguiente prueba fue poner un indicador de cantidad de luz utilizado para fotografía (sensor de luz de la propia cámara) en la superficie iluminada, que marcó con un foco encendido 60 candelas que está por debajo de las especificaciones de la visualización de 40 dispositivos pero queda perfecto para la especificación de sobreponer gráficos y con dos focos marcó 120 candelas y con tres marcó 170 candelas, por lo que cumple con esas especificaciones. La manera en que está puesto el sistema da mucha libertad a cambiar estos parámetros ya que solo se cambian los focos y aumenta o disminuye la cantidad de luz.

La especificación de ser plana y horizontal también es cumplida.

Para la prueba de estabilidad se pusieron pesos en las diferentes esquinas de la superficie, se montó la pantalla en sus dos posiciones, se inclinó la superficie en todas las posiciones posibles y en todas estas pruebas ninguno de los cuatro tornillos niveladores se separó del piso, esta separación se comprobó con un calibrador de laminillas, ya que ni la más delgada pudo pasar entre el piso y cualquiera de los tornillos niveladores. También se probó la resistencia de la mesa al poner un peso de 46 kg. (que es el peso máximo admisible) en la orilla más alejada de la columna (que es el lugar de par máximo) y no le pasó nada ni a la estructura ni a los pernos.

Para la prueba del cambio de inclinación se utilizó un transportador puesto en un marco de referencia fijo. Con la inclinación hacia adelante tiene -14 grados y va cambiando de ángulo cada 7 grados hasta llegar a 42 grados, por lo que cumple con las especificaciones.

El descanso para pies varía en altura debido a los tornillos niveladores. Esta variación va de 204 mm hasta 233 mm por lo que fácilmente se puede poner a los 210 mm que marcan las especificaciones. La distancia del borde de la mesa es de 370 mm tal como marcan las especificaciones, al igual que la altura del sistema que es de 1000 mm.

Para que las columnas no estorben, las especificaciones marcan 350 mm de distancia mínima de la orilla de la mesa, como hay 370 mm esta condición queda totalmente cubierta.

Como pantalla mínima se pide una superficie de 450 X 450 mm, la pantalla fabricada es de 600 X 600 mm.

Para el ducto oscuro se utilizó otra vez el aparato que mide la cantidad de luz y marcó 10 candelas por lo que queda cubierta la especificación de 10 candelas como máximo.

El sistema cumple también con la especificación de independencia al depender solamente de un contacto eléctrico de 110 V.

También cumple con la condición de superficie mínima de trabajo de 600 X 600 mm al tener una superficie de 600 X 1010 mm. El Centro de Diseño Mecánico cumple con las

especificaciones de herramientas y almacenaje, por lo que no es necesario repetir las para este proyecto.

El sistema se desarma en dos partes: la parte de la superficie y la parte de las columnas y patas, cumpliendo con la especificación correspondiente, al igual que la de fácil instalación ya que el realizador de este proyecto montó y desmontó el sistema varias veces sin ninguna ayuda.

Para la especificación de tomar fotografías se tiene la misma libertad que para la superficie iluminada, solo se cambian los focos de las lámparas. Con los focos seleccionados de 60 W tipo "Soft Tone" se cumple con esta especificación.

A continuación se hace el análisis de fallas.

<u>Parte</u>	<u>Función</u>	<u>Tipo Falla</u>	<u>Origen</u>	<u>Solución</u>
Torn. Niv.	Niv. y sost.	Corrosión	Humedad	Manten.
Armazón	Sostener	Carga ext.	Mal uso	Evitar
Perno pos.	Detener	Carga ext.	Mal uso	Evitar
Perno giro	Sost.y girar	Carga ext.	Mal uso	Evitar
Apoyos	Sost.y girar	Carga ext.	Mal uso	Evitar
Placa gir.	Sost.y girar	Carga ext.	Mal uso	Evitar
Rieles	Sost. pzas.	Doblez	Mal uso	Evitar
Pzas. riel	Sost. sopor.	Corrosión	Humedad	Evitar
Pantalla	Lug. proyec.	Rotura	Mal uso	Evitar
Superficie	Lug. trabajo	Rotura	Mal uso	Evitar

Sup. ilua.	Ver transpa.	Rotura	Mal uso	Evitar
Lámp.y sop.	Ilua.y sost.	Doblez	Mal uso	Evitar

Por mal uso se entiende que la pieza está siendo utilizada para otro fin distinto para el que fue hecho.

Por carga ext. se entiende carga extrema, el sistema se diseñó para soportar sobre su superficie un peso de 46 kg., tomando en cuenta que existe un factor de seguridad el sistema todavía puede soportar más peso, aunque no se debe poner un peso mayor a este.

También son piezas que no deberán ser golpeadas o maltratadas. La solución para evitar su falla correspondiente es darle el uso adecuado solamente.

Capítulo 9

Resultados

El primer resultado que salta a la vista del realizador de este proyecto es que el método de diseño es una arma poderosísima para los ingenieros. Haciendo que el método trabaje para estos se alcanzan resultados esombrosos debido a que siempre se espera que el resultado sea de una manera y al utilizar el método se ve que el mejor resultado no es el que se pensaba en un principio. Esto es un muy buen aprendizaje para el ingeniero que le falta experiencia. Aparte de ser el método muy fácil de seguir al contrario de lo que se podría creer, amplía las perspectivas del ingeniero al enseñarle otras formas de pensar y no limitarlo.

Por otro lado es muy útil y no tiene caso volver a descubrirlo. Existen varios autores que dan su punto de vista sobre el método, lo importante es leer varios de ellos y tomar lo que más convenga de cada uno formando así cada quien su método de diseño.

Otro resultado es que el dispositivo tiene un precio promedio comparándolo con otros equipos similares, pero que al Centro le salió muy económico y esta es una ventaja de haber desarrollado el proyecto para el mismo Centro.

Al realizar las pruebas se encontró un error de diseño y

esto fue importante, ya que de los errores también se aprende. En realidad el error se presentó debido a que no había suficiente ventilación y se necesitaba otra capa que le impidiera al calor pasar hasta la superficie iluminada de trabajo. Esta experiencia no puede leerse en un libro ya que es un caso muy particular.

Algunas necesidades importantes fueron el equipo exterior al CDM, como el automóvil en el que se transportaron las cosas adquiridas fuera del Centro y los materiales que fueron maquinados con equipo exterior al Centro como la sierra de disco y la caladora. Sin estos tres equipos el proyecto se hubiera retrasado y tal vez el objetivo de tiempo no se hubiera cumplido.

A diferencia de otros trabajos de tesis en los que solo se realiza la parte teórica, en la tesis presentada el alumno aprende mucho más y queda más en contacto con el medio profesional ya que el proyecto lo acerca a lo que es la realidad y lo introduce en el medio. Muchos de los beneficios son para el alumno pero otros más son para la U.N.A.M. ya que se ve beneficiada con los trabajos realizados y cumpliendo con sus objetivos: formar alumnos y prepararlos profesionalmente.

Otro resultado obtenido de este proyecto son las "mañas" que se aprenden en la fabricación como el usar la lima en el torno para dar un buen acabado a piezas con

formas curvas. También es importante el conocimiento de la relación entre los materiales y las cargas que pueden soportar, esto se aprende haciendo los cálculos y experimentando.

Otra ventaja de fabricar el proyecto uno mismo es que tiene libertad de implementar sus ideas sin límites y en esas ideas salió la de utilizar la sierra, con mucho cuidado, para hacer los canales de los seguros de presión en los pernos de giro y posición. La manera ideal hubiera sido hacer el buril con la forma deseada pero es mucho más caro. Esta libertad, aparte de enseñar, amplía los criterios y el alumno comprueba lo que se enseña en la teoría.

El resultado de este trabajo fue un equipo de muy buena calidad, a cualquier nivel nacional y extranjero, con la ventaja de tener un precio accesible para centros de docencia ya que cualquier escritorio comercial cuesta lo mismo que este dispositivo. También tiene la capacidad de convertirse fácilmente en un sistema más económico, sacrificando apariencia y fortaleza física pero no calidad.

Un resultado muy positivo fue el proceso de iteración entre la generación y selección de alternativas y las especificaciones. En los capítulos anteriores solo se menciona en el esquema del diseño de detalle pero gracias a esta iteración se obtienen alternativas muy reales y practicables.

Capítulo 10

Comentarios y Conclusiones

i) El ejercicio profesional del ingeniero mecánico electricista abarca aspectos técnicos, sociales y de impacto público, y a través de sus conocimientos puede ayudar a la colectividad a resolver problemas de este tipo.

ii) El desarrollo de esta tesis permite concluir que el método de diseño es:

- Analizar
- Sintetizar
- Especificar
- Conceptualizar
- Generar
- Evaluar
- Seleccionar
- Detallar
- Fabricar
- Probar

iii) A lo largo de la carrera y al realizar este proyecto se presentaron muchos éxitos y algunos fracasos, pero en todos los casos existió una satisfacción por el

trabajo realizado, satisfacción que mantiene el espíritu de seguir adelante y que a pesar de que muchos profesores se esfuerzan por destruir este espíritu, ellos mismos se vuelven un reto para alcanzar.

iv) Muchas de las personas que están estudiando o han terminado esta carrera piensan que ya está todo hecho y que su vida profesional va a ser lo mismo, que no van a crear nada; están totalmente equivocadas. Como este proyecto, existen muchas necesidades que no han sido cubiertas y que requieren de ingenio y preparación para ser solucionadas. No hay que dar por hecho que todo está solucionado y que las respuestas vienen del extranjero.

v) Al realizador de esta tesis le hubiera gustado hacer un proyecto más complejo, algo que se moviera al darle energía porque complementaría más sus estudios pero en el momento de terminarlos no existía ningún otro proyecto. La magnitud o complejidad del proyecto no es relevante ya que de todos modos hubiera seguido igualmente el método que es lo importante ya que con él se puede diseñar desde un clavo hasta una planta termoeléctrica.

vi) Pocas dependencias de la U.N.A.M. funcionan tan eficientemente como el Centro de Diseño Mecánico porque se

aprovecha todo, los desperdicios son almacenados y ordenados para que en el futuro se utilicen en otro proyecto. Existe un ambiente de camaradería muy agradable en el Centro y los que saben más siempre están dispuestos a darle una mano a los que no saben y esto es bueno para todos.

vii) Con el Centro se benefician todos ya que el estudiante sale beneficiado al obtener conocimientos y experiencia, las empresas son beneficiadas al obtener tecnología moderna y barata al contratar los servicios del Centro, las personas que trabajan en el Centro son beneficiadas al obtener recursos y conocimientos y el mayor beneficiado es la U.N.A.M. que se beneficia con todo lo anterior.

viii) En la carrera existen materias con pocos créditos en las que uno trabaja mucho y otras materias en las que casi no se trabaja y son de muchos créditos. Otras materias se dan como al profesor se le antoja, esto es bueno cuando el profesor está conciente de la materia y su relación con la vida profesional del ingeniero, pero otras profesoras que nunca han salido de la Universidad dan la materia sin tener idea de lo que enseñan.

Por lo anterior deberían ser mejor seleccionados los profesores, ya que algunos no saben bien los temas y el

alumno prefiere estudiarlos de libros.

Otras materias importantes casi no se dan, y cuando se dan están muy mal enseñadas debido a que los profesores no tienen experiencia en ese campo, como las materias optativas de cada módulo.

Bibliografía

- Planning and Creating Successful Engineering Designs, Love S., Van Nostrand Reinhold, 1984, U.S.A.
- Engineering Design, Dieter G., Mc Graw Hill, 1983, Japan.
- Diseño en Ingeniería Mecánica, Shigley J., Mc Graw Hill, 1985, México.
- Mechanics of Materials, Beer F., Mc Graw Hill, 1981, Japan.
- Structural Concepts & Systems for Architects & Engineers, Keepler E., Baxter, 1984, U.S.A.
- Planeación, Desarrollo e Ingeniería del Producto, Martínez E., Trillas, 1985, México.
- Machine Design, A.S.M.E., 1985, U.S.A.
- Mechanical Engineering, A.S.M.E., 1985, U.S.A.
- Industrial Design in Engineering, Flurachein E., The Design Council, 1980, U.S.A.
- Síntesis Creadora en el Diseño, Intersamericana, 1978, México.
- Design for Human Scale, Trent S., Allyn and Bacon, 1969, U.S.A.
- Structure and Design, Thornton K., Addison Wesley, 1973, U.S.A.