

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



CAMBIOS RAPIDOS DE HERRAMENTALES EN LA
INDUSTRIA ELECTRONICA

POR

LIC. SAUL FCO. SANCHEZ AVILA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA INGENIERIA DE MANUFACTURA
CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO DE PRODUCTO

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DEL 2002

CAMBIOS RAPIDOS DE HERRAMIENTALES EN LA

INDUSTRIA ELECTRONICA

CS
FF
CS
A

TM

Z5853

.M2

FIME

2002

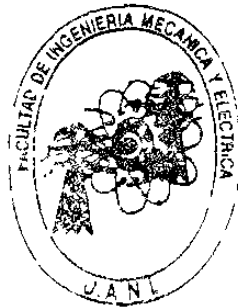
.S3



1020147677

m

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA
DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



TRABAJO DE INVESTIGACION DE TITULOS EN LA
INDUSTRIA ELECTRONICA

POR

ING. SAUL FCO. SANCHEZ AVILA

F I M E

OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
INGENIERIA DE MANUFACTURA
CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO DE PRODUCTO

UNIVERSITARIA

FEBRERO DEL 2002

310 330

TM

Z 5853

.M2

F.11

2002

.S3.

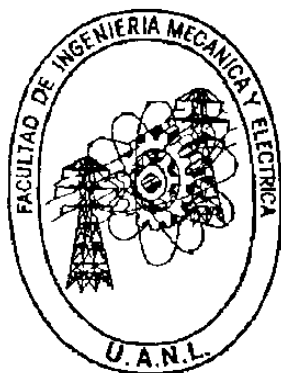


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



CAMBIOS RAPIDOS DE HERRAMENTALES EN LA
INDUSTRIA ELECTRÓNICA

POR

LIC. SAUL FCO. SÁNCHEZ AVILA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA INGENIERIA DE MANUFACTURA CON
ESPECIALIDAD EN DISEÑO DE PRODUCTO

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DEL 2002


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIO DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis CAMBIOS RAPIDOS DE HERRAMENTALES EN LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, realizada por el alumno Lic. Saúl Fco. Sánchez Ávila, matrícula 654417 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería de Manufactura con especialidad en Diseño de Producto.

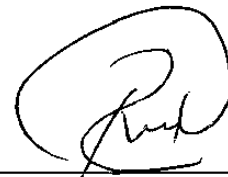
El Comité de Tesis



Asesor
M.C. Cesar Dimas Acevedo



Coasesor
M.C. David Oliva Alvarez



Coasesor
M.C. Roberto A. Mireles
Palomares



Vo. Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N.L. a Noviembre de 2001

INDICE

SINTESIS	1
CAPITULO 1. INTRODUCCION	2
1.1 Descripcion del Problema	2
1.2 Objetivo de la Tesis	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Limites del estudio	3
1.5 Justificacion del Trabajo	4
1.6 Metodologia	5
1.7 Revision Bibliografica	6
CAPITULO 2. HISTORIA DE LA IND. ELECTRONICA	7
2.1 Los Primeros Pasos	7
2.2 Revolución Industrial y desarrollo Tecnológico	9
2.3 Historia Electrónica	11
CAPITULO 3. CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE MANUFACTUR	16
3.1 Calidad	16
3.1.1 Control Total de Calidad	16
3.1.2 Normas ISO	22
3.1.3 Normas QS-9000	29
3.2 Manufactura	33
3.2.1 Explicación de Proceso de ensamble electronico y fabricación de paneles	33
3.2.2 Producción	47
3.2.3 Calidad	55
3.2.4 Mantenimiento	56
3.2.5 Tooling	58
3.2.6 Procesos de Maquinado	63

CAPITULO 4. FUNDAMENTOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL	74
4.1 Fundamentos de Lineas de Ensamble	74
4.1.1 Cambios de Modelo	75
4.1.2 Metodos de transporte de material	76
4.1.3 Determinación de la cantidad mínima de estaciones de trabajo	77
4.2 Lineas de ensamble Manual	79
4.2.1 Problemas del balanceo	80
4.2.2 Otros factores en el diseño	81
4.3 Producción Automatizada	82
CAPITULO 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	84
5.1 Set up primera Pieza	84
5.2 Problemas en cambios de modelos	86
5.3 Formas deficientes de uniones	89
5.4 Explicación y análisis de Utillajes utilizados en la industria electronica	91
CAPITULO 6. ANALISIS DEL PROBLEMA	94
6.1 Consecuencia por tiempos muertos	94
6.1.1 Filosofia justo a Tiempo	94
6.2 Sobre Inventario de pieza o herramientas	96
6.3 Aplicación SMED	98
CAPITULO 7. PROPUESTA Y PRESENTACION	102
7.1 Presentación de Bocetos	102
7.2 Dibujos de montaje y detalle	108
CAPITULO 8. COSTO BENEFICIO	132
8.1 Costo de Manufactura	132
8.2 Beneficios a mediano y largo plazo	137
CAPITULO 9. CONCLUSION GLOBAL DEL PROYECTO	130
9.1 Resumen Global	130
9.2 Conclusiones	131
9.3 Recomendaciones	132
Bibliografia	133
Glosario	135
Lista de Figuras	137
Lista de tablas	138
Resumen Autobiografico	139

PROLOGO

Cuando se habla de inversiones, fabricación y/o transformación de los recursos requeridos para la satisfacción de las necesidades de una nación se crean a través de inversiones.


En donde los inversionistas ponen su fe en oportunidades que no se sabe a ciencia cierta si funcionará lo que es conocido como costo de inversión, por lo cual es importante dar confianza a la gente del dinero.

Perder dinero en inversiones mal puestas genera malas y amargas experiencias que difícilmente los inversionistas pondrán de nuevo su recursos en negocios dudosos, pero en realidad una buena causa de perdidas en un negocio se debe a la mala administración de recursos tanto materiales como humanos.

Aunque en esta tesis no pretendemos decir que es una buena o mala inversión ni dar parámetros financieros de inversión, la finalidad de este estudio es proponer ciertas ideas para agilizar y optimizar los procesos operativos en una planta productiva ya que es aquí donde se encuentran las mayores inversiones y donde se generan los mejores negocios y en donde todos los negocios y la economía en general depende del área industrial.

La investigación presentada en esta tesis presenta una reseña histórica industrial hasta la presentación de los sistemas de manufactura mas usados en la plantas de fabricación, así como la desventajas de los actuales problemas de producción y la propuesta de ideas, esta investigación propone una metodología simple pero muy efectiva dividida en tres fases muy básicas: Fase de Recopilación de Información, Fase de Diseño, Fase de Manufactura.

Esta investigación pretende enriquecer los conocimientos, dar nuevas propuestas abordando el área electrónica como foco de atención, pues esta área no presta mucha atención a las ventajas que se realizan en las empresas de manufactura metal - mecánica.



Lic. Saúl Fco. Sánchez Avila

SINTESIS

La metodología que es presentada en el capítulo 1 explica de manera esquemática pero simple y en resumen el contenido de esta tesis posteriormente se muestra de manera sistemática el contenido global de los capítulos que conforman esta investigación y una idea general que se encontraran en ellos.

Esta tesis se divide en tres secciones:

- 1) Fase de Recopilación e Información (Capítulos 1-6)
- 2) Fase de Diseño (Capitulo 7)
- 3) Fase de Manufactura (Capitulo 8-9)

Los primeros seis capítulos conforman la parte teórica común de esta investigación que contemplan la introducción al tema y marco teórico, historia de la industria electrónica, Conceptos de Calidad y Manufactura. Los siguientes capítulos tales como el séptimo y octavo tienen como finalidad mostrar la propuesta en papel y el proyecto mas en concreto con respecto a la problema a atacar. En el últimos capítulos el lector encontrara las conclusiones de la tesis así como el costo – beneficio de este proyecto.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Descripción del Problema

En la actualidad existe un gran auge en la industria electrónica (computadoras, video juegos, agendas electrónicas, celulares.) desfasando en gran manera a la industria Metal-mecánica. Pero en la mayoría de las industrias electrónicas al momento de ensamblar sus productos no cuentan con diseños de fixtures adecuados para la realizar ciertas operaciones, además como son industrias que no se especializan en la metal-mecánica no cuentan con filosofías de estandarización, cambios rápidos al momento de cambiar de referencia o producto.

En casi en la mayoría de las industrias; Sanyo, Philips, Solectron, Celestica, Sony, etc. Por citar solo algunas presentan estos problemas, y esto se complica aún mas cuando son compañías que manejan una gran variedad de productos de diferentes gamas, con líneas de ensamble semi-automatizadas y con grandes picos de producción, es entonces cuando el tiempo juega un factor determinante.

Desventajas

- Riesgos en baja productividad
- Gastos excesivos de accesorios de herramienta.
- Falta de Administración de Herramientales.
- Desoptimización de Recursos tecnológicos.

1.2 Objetivo de la tesis

Diseñar eficientes sistemas de ensamble, toolings (herramientales), fixtures (mecanismos), para cambios rápidos de modelos en las líneas de ensamble de teléfonos celulares, buscando el beneficio en el incremento de la calidad del producto y sus repercusiones tanto económicas como productivas en la planta.

1.3 Hipótesis

La hipótesis a ser probada es suponer que si se mejoran los aspectos de utillajes y/o sistemas de fabricación se mejorarán los tiempos de producción y la calidad del mismo.

1.4 Limites del estudio

Se tomara como referencia de aplicación de una empresa de manufactura electrónica la cual fabrica tarjetas, paneles y sub ensambles de teléfonos ubicada en el municipio de Apodaca en el parque industrial Stiva. Limites de estudios abarca desde el análisis del problema que se plantea aquí hasta la solución del mismo; es decir propuestas e ilustraciones de diseños de mecanismos y su aplicación en esta área.

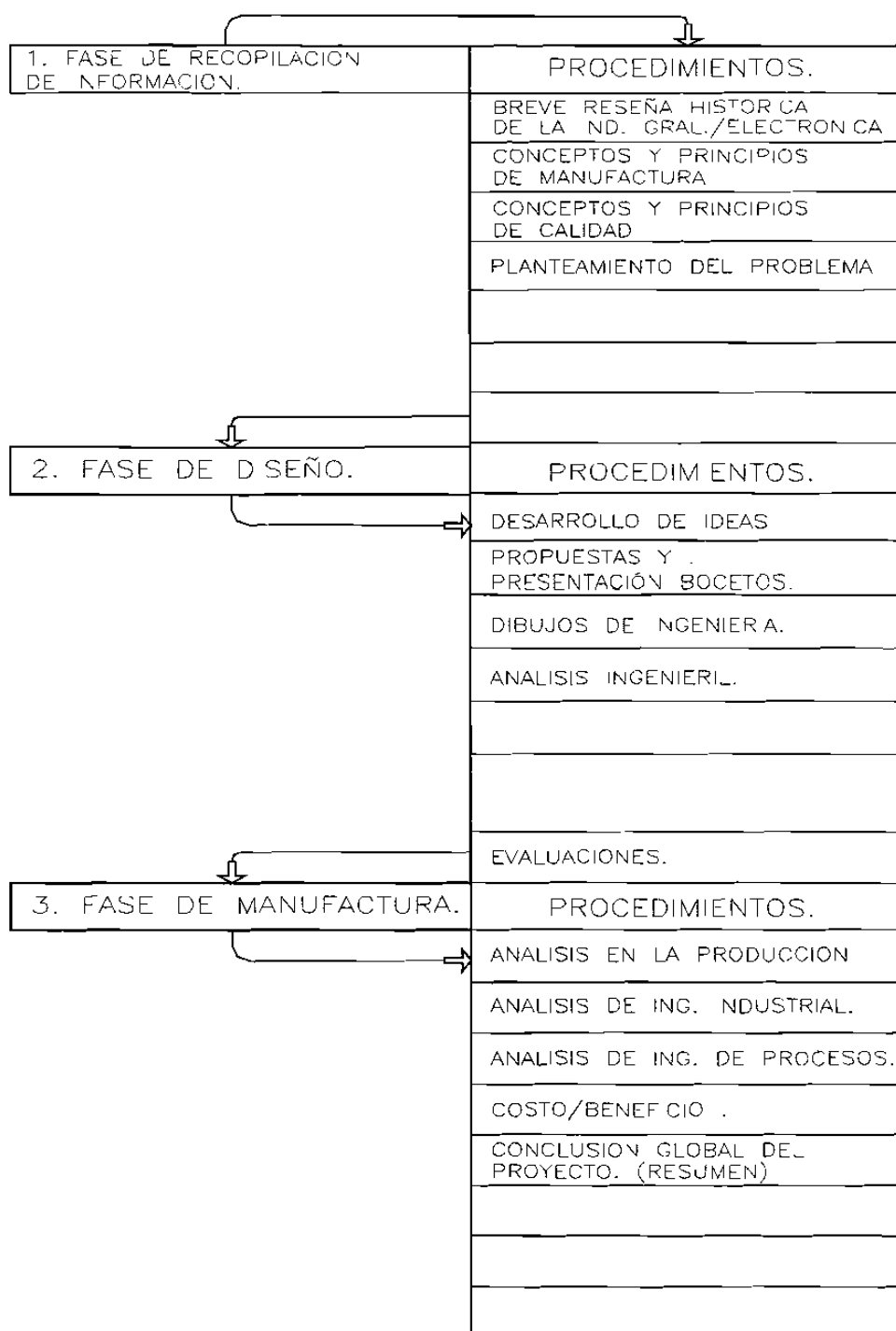
1.5 Justificación del Trabajo

Debido a la creciente demanda de artículos electrónicos y las nuevas tecnologías de ensamble como la introducción de brazos robots y automatizaciones neumáticas de líneas de ensamble así como semi-automatizaciones o líneas totalmente manuales siempre se requieren de herramientas para ensamble como por ejemplo Fixtures (nidos o bases para atornillar, montar, posicionar, etc.) o toolings (sistemas o equipos para el montaje u operación de un proceso de ensamble, por ejemplo: atornilladores, prensas, manipuladores automáticos etc.

Casi siempre se desarrollan líneas para un solo producto, pero cuando crece la demanda o se gana un nuevo proyecto que es hermano del que se esta fabricando y es muy similar, es entonces cuando se tienen problemas por cambios de modelo, y se tienen que modificar muchos componentes en la línea de ensamble, y debido al corto tiempo no hay un estudio de formas en los cambios de modelos y solo se piensa en un modelo u otro y la forma mas tradicional de cambiar de fixtures o toolings son las de uniones con y tornillos y tuercas esto incrementa mucho el tiempo y inventarios de refacciones en mantenimiento.

La justificación del trabajo radica en suplir la necesidad de la carencia en sistema y mecanismos efectivos en este ramo de la industria electrónica.

1.6 Metodología



1.7 Revisión Bibliografica

Esta investigación se ha apoyado en textos relacionados muy directamente en el área de manufactura en primer lugar se comienza esta tesis con la introducción de la historia electrónica que ha sido recopilada en artículos de Internet y paginas web tales como www.sanyo.com y www.rca.com además de apoyarse en literatura de historia de la revolución Industrial en algunos textos como Procesos de Manufactura de B.h. Amstead y libro de Historia del Diseño Industrial en donde se abordan temas muy interesantes acerca de lo que fue desarrollándose en la época del siglo XVI.

Después del marco histórico expuesto se presentan en forma de resumen las normas de calidad extraídas de los manuales de QS e ISO-9000 introduciéndose así algunos conceptos de manufactura básica que cotidianamente se viven en las plantas de producción tales como; Producción, Calidad, Mantenimiento, Tooling este último ha sido enriquecido con el apoyo del libro Planos y Croquis en Mecánica de editorial CEAC y Fundamentos de Dibujo Mecánico de Jensen.

Después de estos se profundizan mas en temas de Manufacturas tales como Fundamentos de Ingeniería Industrial y de Procesos en libros tales como Administración de Operaciones y Fundamentos de Manufactura para dar inicio al Planteamiento y análisis del problema que nos darán la pauta a seguir.

Posteriormente se dará principio a la presentación de la propuesta y Análisis de Costo apoyados en los textos tales como Fundamentos de Contabilidad de Costos y así dar fin a esta tesis con el Resumen Global y Recomendaciones.

Capítulo 2

Historia de la industria Electrónica

2.1 Los Primeros Pasos

En el transcurso de la historia el hombre ha estado en contacto con diversos artículos, desde la antigüedad del hombre primitivo, podemos analizar y ver la desventaja física que enfrentaba con otros seres vivos en la tierra; sin mandíbulas y dientes poderosos para triturar o cortar, garras potentes para golpear y rasguear o fuerza muscular suficiente para someter a su adversario. En el transcurso de la historia el hombre se ha visto en la necesidad de inventar elementos o sistemas que le ayuden a realizar trabajos que no es posible hacer físicamente, así fue como la tecnología empezó a dar sus primeros pasos. Ahora bien nos referimos a la época paleolítica en donde ya el hombre empezaba a descubrir formas de subsistencia a través de la creación de utensilios tallados a mano tales como piedras filosas, huesos, etc. El hombre, al producir todos aquellos objetos vitales para subsistir, estaba innovando al generar una opción original y congruente con el medio en que vivía.

A través de las generaciones el ser humano va observando y registrando, para luego aplicarlos cuando se presenta la necesidad. El hombre primitivo utilizó esta capacidad de una manera directa: no discurreó una necesidad y luego pensó como satisfacerla; la naturaleza marco el ritmo de las contingencias.

Así el hombre tuvo que pensar tres aspectos muy importantes para facilitar su subsistencia:

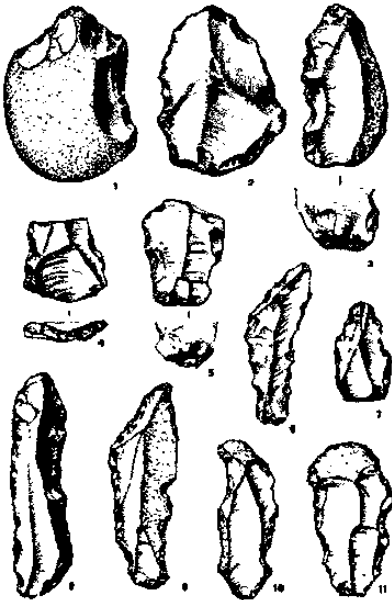


Figura (2.1) Piedras talladas para la caza

- Implementos cortante. En los que el motivo conductor es la agudeza.
- Implementos para martillar y golpear, cuya finalidad es el dar volumen y contornearlos.
- Vasijas excavadas para utilizar como recipientes de alimentos.

Sin embargo, esta evolución ha sido lenta y difícil para darnos una idea de esto, por ejemplo el hacha manual que la han situado en el paleolítico (550 mil a 250 mil años a. De C.) a los utensilios pulidos del neolítico (3000 a. De C.) así transcurrió medio millón de años de experiencia con la piedra, Figura 2.1 antes de la elaboración en hierro y bronce.

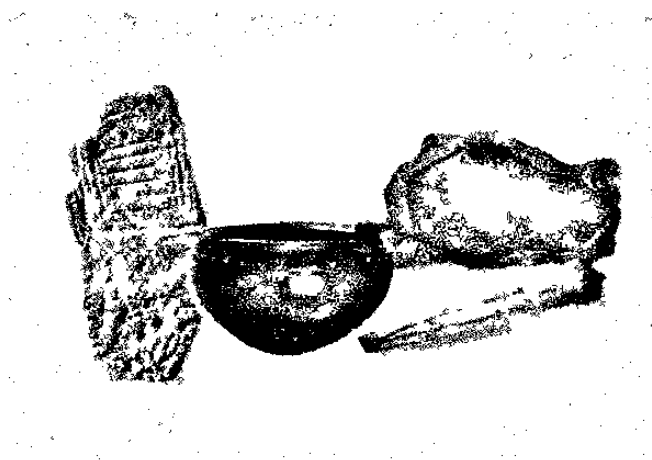


Figura (2.2.) Utensilios de caza y comida

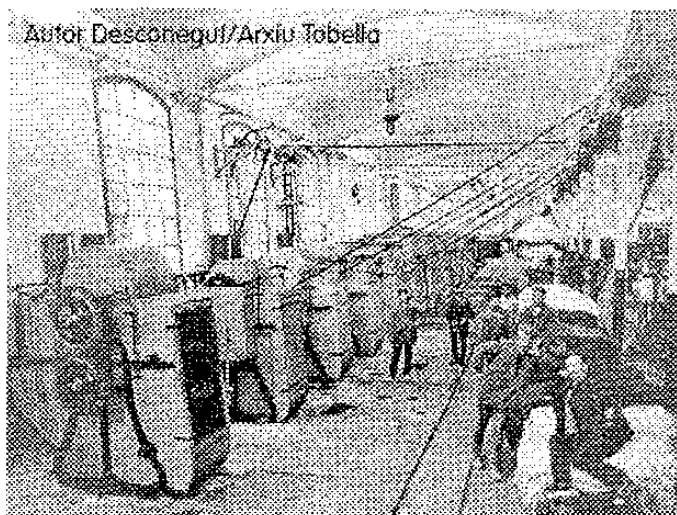
El dominio del hombre en su medio ambiente lo lleva a una selección y manejo diferenciado de los utensilios, determinado por un uso. Si la fabricación de utensilios representa un paso importante para la humanidad, el progreso se vuelve ilimitado al surgir la herramienta (utensilio

para realizar utensilios, hoy comúnmente se conoce como utillaje). A través de la práctica y uso de herramientas, el hombre aprendió las propiedades y características mecánicas de muchos productos naturales, hizo más eficaz las tareas cotidianas y encontró un medio de preparar materiales fuertes y suaves que combinándolas entre sí, a creado herramientas o utensilios muy eficientes.

Figura 2.2

No nos profundizaremos mucho acerca de todos los inventos realizados en la época de la edad media y el renacimiento, aunque cabe mencionar algunos invenciones como la brújula (siglo IV a. De C.), la Manivela, Reloj Mecánico, La Imprenta, La Rueda de Hilar, Poleas y palancas, la rueda, la pólvora, etc. Y un sin fin de creaciones que marcaron una pauta para el desarrollo de la revolución industrial en Inglaterra a mediados del siglo XVIII.

2.2 Revolución Industrial y Desarrollo de Tecnología



Autor: Desconegui/Arxiu Tobello

El desarrollo industrial sin paralelo de países como Inglaterra en los siglos XVIII y XIX, tuvo su origen en el siglo XVI, cuando los grandes propietarios ingleses transformaron sus tierras cultivables en vastas extensiones de pastizales para aumentar

la competitividad de la industria lanera del país en relación con otros mercados externos. Así nacieron las primeras fabricas industriales –Figura 2.3

La primer fuente de energía no fue mecánica ni eléctrica sino hidráulica que hizo mover las primeras maquinas textiles, abriendo la primera brecha en

las antiguas técnicas manuales, multiplicando primero la acción de la mano y utilizando después la fuerza mecánica en el proceso primario del hilado. Y entonces, en 1785, se dio el último paso lógico, que fue el de adaptar la maquina de vapor de Watt para mover los telares, así fue lo que vino a unir a los dos ramas –hasta entonces separadas de la industria pesada y la industria ligera, creando así el moderno complejo industrial que se ha propagado por todo el mundo.

A partir de ese momento la energía generada por vapor trajo consigo, la aparición de nuevos inventos y la aplicación de la fuerza ilimitada del vapor que impulso un verdadero desarrollo en la producción y comunicaciones en aquella época. El comercio y la industria dos primas hermanas aprovecharon de todas estas ventajas, empezaron a surgir nuevos medios de producción como; maquinas motores, materiales que crearon nuevas posibilidades para su utilización y provecho. Todo fue empujando a todo, es decir la necesidad de disponer de mayor cantidad de telas y vestidos llevo a la necesidad de fabricar mas maquinas.

Así a la vez se iban creando nuevos mecanismos y diseños que abrían nuevas empresas para satisfacer las necesidades que estaban surgiendo que anteriormente parecían imposibles de imaginar; fue así como la maquina de vapor surgió originalmente para el bombeo, se adapto después al horno rotatorio y la forja del hierro, mas tarde, montada en un barco de vapor y en ferrocarril.

El punto de partida de los procesos de manufactura moderno puede acreditarse a Eli Whitney con su maquina despepitadora de algodón, sus fundamentos y principios de fabricación intercambiables o su maquina fresadora, sucesos ocurridos por los años 1800. También en aquella época aparecieron otros progresos industriales a causa de la Guerra Civil en Estados

Unidos que proporcionó un nuevo impulso en el desarrollo de los procesos de manufactura.

2.3 Historia de la Electrónica

A través de la historia desde la revolución industrial hasta nuestros días han sucedido muchos inventos o invenciones que han sido de trascendencia humana. Unos de los mas grandes inventos de este siglo ha sido la introducción de aparatos controlados a través de sistemas electrónicos o circuitos integrados. Pues hoy en día, los aparatos digitales, las telecomunicaciones digitales, PLC'S, CNC´S, electrodomésticos, automóviles, maquinaria moderna, etc. Son controlados a través de tarjetas electrónicas.

La electrónica vino a desarrollar muchas tecnologías estos últimos años hasta desembocar en muchos aparatos tan sofisticados que hoy en día no los hubiéramos podido imaginar. El desarrollo del radar, inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) da el comienzo del desarrollo de los circuitos integrados, se identifico al germanio y al silicio como elementos semiconductores importantes para los diodos que se utilizaban en el sistema de circuitos del radar.

En 1947, J. Bardeen y W. Brattain desarrollan el transistor en Bell Telephone Laboratories. Posteriormente se desarrollo una versión mejorada en 1952. Estos tres inventores recibieron el Premio Nobel de física en 1956 por su investigación sobre los semiconductores y el descubrimiento del transistor. El objetivo de los laboratorios Bell desarrollar sistemas de conmutación electrónicos que fueran mas confiables que los relevadores electromecánicos y las válvulas al vacío que se utilizaban en esa época.

J. Kilby, de Texas Instruments Inc., patentó la fabricación de dispositivos electrónicos múltiples y su interconexión en febrero de 1959. Kilby estaba descubriendo un circuito integrado (CI).

En mayo de 1959, J. Hoerni, de Fairchild Semiconductor Corporation, patentó el proceso planar para la fabricación de transistores. En el mes de julio de ese mismo año, R. Noyce también de la Fairchild patentó un dispositivo muy similar al de Kilby, la patente de Noyce se emitió en 1961 (la patente de Kilby se emitió en 1964). Estas discrepancias de fechas y similitud en la invención produjo una considerable controversia acerca de quien realmente fue el inventor del CI. El caso fue a pasar a instancias legales a la suprema corte de Justicia de los Estados Unidos, la suprema corte se negó a escuchar el caso, dejando una pequeña ventaja que favoreciera a las reclamaciones de Noyce.

Los primeros IC comerciales fueron introducidos en marzo de 1960 por la Texas Instruments. Los primeros circuitos integrados contenían cerca de diez dispositivos en una pequeña pastilla de silicio de aproximadamente 0.12 pulgadas cuadradas (3mm).

Para 1966, el silicio ya había sobrepasado al germanio como el material semiconductor preferido desde aquel año, el silicio ha sido el material predominante en la fabricación de circuitos integrados. Desde 1960, ha predominado una tendencia hacia la miniaturización y a la integración de dispositivos múltiples en una sola pastilla.

La historia de la electrónica comienza su carrera casi a partir de la segunda guerra mundial en América pero en otros continentes también comienza su desarrollo como es el caso de Japón con el establecimiento de compañías como Sony, Sanyo, Samsung, etc. Que hoy a la fecha son las que llevan el liderazgo tecnológico, superando incluso a las americanas.



Figura (2.4) Logotipo de Sanyo

Los primeros tres productos de SANYO, la lámpara de generador para la bicicleta, el radio de plástico, y la lavadora whirlpool, puso en función durante un medio-siglo de crecimiento fenomenal y excelencia de productos que se han vuelto a SANYO un Grupo Mundial de compañías. Figura 2.4

Las necesidades específicas de las personas en el momento y entregando productos de calidad a un costo que podían permitirse el lujo de entonces, la nueva compañía construyó una fundación sólida rápidamente para su filosofía volviéndose un elemento indispensable en las vidas de las personas del mundo. De esa salida dinámica en los 1950's, SANYO creció dando grandes saltos sin límites que se extendieron a todas las esquinas del globo como se pensó cuando la compañía se nombró "SANYO" (tres océanos).

Como alrededor de la historia electrónica del consumidor y fabricante de aparatos, las fábricas de SANYO proporcionaron no sólo los productos que revolucionaron nuestros estilos de vida, creó también oportunidades económicas a las personas en 27 países por el World Today, SANYO ha evolucionado rápidamente en esto el mercado cambiante para aventajar en componentes electrónicos, PC'S los teléfonos celulares, electrónica industrial como video de seguridad y equipos de presentación, y otros campos crecientes en la informática como LCD computadora, pantallas, tableros.

Siguiendo con el boom japonés, esta es otra compañía que se ha mantenido en el liderato por mucho tiempo también es un ejemplo de compañías electrónicas que han sabido aprovechar las oportunidades de crecimiento. Estamos hablando del caso de la compañía; Samsung Electronics. Figura Innovadora de muchos productos que conocemos hoy en día.



Figura (2.5) Logotipo Samsung

En 1993, en el evento 55th anual de Samsung y el anual 5 de la introducción de la "segunda fundación", Samsung introdujo un nuevo programa de identidad corporativo. Figura 2.5

Fue apuntado para fortalecer competitividad trayendo las actitudes y conducta de todos los empleados.

1. la fundación (1969 - 1971)

1969 La Compañía se establece como Samsung-Sanyo Electric (después unió en la Electrónica de Samsung).

1970 Samsung NEC se establece en Enero la television Blanco y Negro (modelo: P-3202) empieza la producción por Samsung-Sanyo

1971 Enero las primeras Televisiones blanco y negro (modelo: P-3202) se exportan a Panamá. La Construcción en Nov del complejo de Suwon es empezada. Para terminar habría que mencionar una de las mas grandes compañías americanas figura 2.6 la cual ha tenido desde sus inicio mucho arraigo en los comienzos del boom industrial americano.

Hablamos de la RCA pionera en su ramo:

Figura (2.6) Logotipo RCA Corp.



No hay un solo día en que algún nuevo uso

para electricidad no se descubra. Parece destinado en volverse en algún momento futuro los medios para obtener luz, calor, y la fuerza mecánica," lo escribió Elihu Thomson un estudiante de la escuela secundaria.

Él estaba prediciendo el futuro del arte eléctrico y su profesión como la mayoría de los inventores prolíficos en América. Thomson se concedió 696 patentes americanas en invenciones como variador de luces del arco, generadores, máquinas de soldadura eléctricas, y tubos de radiografía.

De los principios modestos de ciencia de la escuela secundaria el compañero profesor Edwin Houston, Thomson construyó uno de las compañías eléctricas principales del siglo. Sus experimentos con corriente alterna, aunque disputó como peligroso Thomas Edison, llevado a la adopción de alternar tecnología actual a la norma americana. Seis meses antes Thomas Edison abrieron su primera estación de poder en Nueva York, el sistema de Elihu Thomson estaba encendiendo calles en Ciudad de Kansas, Missouri.

El Thomson-Houston la Compañía Eléctrica también encontró éxito temprano al mercadeo global, estableciendo compañías subsidiarias en Europa y América del Sur. En 1892, la fusión de Thomson-Houston y Edison las compañías eléctricas formaron a la General Electric, y en ese tiempo era Profesor Elihu Thomson que ayudó establecer una tradición de mejora del producto regular y la investigación científica que llevaron a la creación del laboratorio de la investigación de GE en 1900.

Capítulo 3

Conceptos y Principios de Manufactura

3.1 Calidad

3.1.1 Control Total de Calidad

Todos los que estamos involucrados en la industria directa o indirectamente hemos escuchado acerca del control total de calidad ó simplemente control de calidad, parece que en estos últimos años se a puesto tanto de moda este termino que es inevitable en todas las empresas contar con un departamento de control de calidad con tanto peso e importancia como Producción, Procesos, Diseño, etc. Incluso ingenieros de calidad pueden participar o aportar datos importantes acerca de una decisión de adquisición de maquinaria o cambios de proceso ó ingeniería.

Pero de donde han provenido todas estas corrientes. Estos conceptos no son tan nuevos pues, al principio de la creación de fabricas americanas ya se contaban con el control de calidad que solo se limitaba a inspeccionar el producto al finalizar su proceso y rechazar o aprobar cada producto, y decidir si las dimensiones medidas o calibraciones y otras características se apegaban a las especificaciones del diseño. Si cumplían esos parámetros, el producto se enviaba.

Al transcurrir los años la visión acerca de esta filosofía ha ido cambiando o mejor aun ha ido evolucionando, hoy el control de calidad abarca un ámbito de actividades mas amplio que en el pasado, incluyendo diseños robustos y el control estadístico de procesos, de la cual deriva lo que hoy conocemos como capacidad de procesos que es conocer cual es la variabilidad en el resultado del proceso. Por citar un ejemplo En una operación de maquinado que es uno de los procesos más exactos, las partes maquinadas pueden parecer idénticas unas a otras, pero si se realiza una inspección más estrecha esta revelará diferencias dimensionales de una parte a la siguiente.

Es aquí donde entran los criterios de calidad, diseño y manufactura, cada uno argumentará sus puntos de vista incluso en la realidad cada departamento culpará el uno al otro si las piezas a fabricar presentan problemas de calidad, Sin embargo cada uno tiene un solo objetivo o deberían de tener un solo objetivo: *La satisfacción total del cliente.*

Todos los departamentos en una fábrica son importantes, cada uno cumple con una función determinada, pero entonces porque hay tantos problemas de calidad cuando una planta arranca, incluso persisten los problemas de calidad aun transcurridos años después haber liberado el producto para producción si se supone que todos los problemas de calidad se habían ya superado..? , Quizás la respuesta se encuentra en este ejemplo extraído de uno de los libros del Dr. Ishikawa que citaré como un ejemplo de la vida cotidiana en una empresa de manufactura: Hace algunos años, encontrándome sentado frente a un ejecutivo de la CBS/Sony en una charla sobre el estado de la economía japonesa, el ejecutivo dijo casi descuidadamente: " Últimamente hemos tenido muchos visitantes de Estados Unidos y Europa que desean observar nuestra tecnología de fabricación de discos fonográficos. Ellos saben que nuestros discos suenan mejor, pero cuando visitan nuestra planta descubren que empleamos la misma tecnología, las mismas prensas y las mismas materias primas, algunos insisten que tenemos soluciones secretas y piden que les

dejemos inspeccionar trozos del material que usamos. Naturalmente, no encuentran nada distinto de lo que ellos usan. Ponen expresión de desconcierto cuando les digo que la diferencia en la calidad de sonido no proviene de nuestras maquinas sino de nuestra gente”.

Dicho lo anterior el ejecutivo de esta empresa explicó de una manera práctica y sencilla la fuerza de la economía japonesa, es entonces que el secreto de la calidad en todas las industrias de manufactura y de servicio se encuentra en la gente, la realidad es que si. Desafortunadamente muchas empresas pasan por alto su fuerza laboral humana y es por eso que al paso de los años las empresas fracasan.

El control total de la calidad no busca solucionar los problemas de la fuerza laboral y no reabundaremos en ese tema aquí en este capitulo, pues es un tema muy extenso, pero el control total de calidad si puede aportar a mejorar la vida económica y por ende a satisfacer las necesidades de cada individuo.

Porque hemos mencionado Control Total de la Calidad y no Control de Calidad simplemente. ? Cual es la diferencia. ? La diferencia entre uno y otra radica en que el control de calidad es solo un departamento y el control total de la calidad involucra a todo el personal en una empresa desde el operario hasta el presidente de la compañía. Esto hace que cada miembro de la organización tome un compromiso real de sus tareas cotidianas y esto da por resultado el crecimiento de recompensas a la empresa como a cada uno por realizar cada quien su trabajo con calidad.

Pero de donde proviene él termino Control Total de Calidad, la historia indica que este termino, comenzó a usarse en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Dr. W. A. Shewhart, de Bell Laboratories.

El concepto de "Control total de la calidad" fue creado por el Dr. Armand V. Feigenbaum, quién sirvió en los años 50 como gerente general de calidad y gerente de operaciones fabriles y control de calidad en la sede de la General Electric.

Según Feigenbaum, el control total de calidad puede definirse como "un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en ,materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad realizados por diversos grupos de la organización, Feigenbaum sugirió que el control total de calidad estuviera respaldado por una función bien organizada, cuya única área de especialización, la calidad de los productos y cuya única área de operación fuera el control de calidad.

Sin embargo la filosofía japonesa es diferente ya involucra a todas las áreas hacia la calidad total, esto significa que cada individuo de la organización deberá estudiar, practicar y participar en el control de la calidad.

Estas son alguna de las ventajas de esta filosofía del control total de la calidad:

- Realzar verdaderas capacidades tecnológicas y de ventas poniendo un mecanismo a prueba de resecciones.
- Aseguramiento de utilidades para los empleados de la organización
- Satisfacción total del cliente incorporando la calidad dentro de nuestros productos.
- Participación plena de los empleados.
- Establecimiento de una empresa cuya salud y carácter corporativo permitan un crecimiento sostenido.

1. Calidad.

Los productos manufacturados con defectos solo resultan ser perjudiciales para los consumidores que los adquieren en tiendas o establecimientos, al final de cuentas el consumidor final no comprara mas tal producto de tal marca, esto desembocara en reducción de ventas para la compañía lo cual inevitablemente repercutirá en sus finanzas al grado que si no hay mas ventas no podrá solventar todos los gastos de operación y la empresa tendrá que cerrar sus puertas o ser vendida. Además si una empresa fabrica demasiados productos que no puede vender, estará desperdiciando materias primas y energía, y esto representa también una pérdida para la sociedad. La empresa deberá incrementar mas su calidad si pretende mejorar sus ventas, el control total de calidad en su definición mas estrecha significa controlar cuidadosamente el suministro de productos de calidad que tengan buenos puntos de venta.

2. Precio, Costo y Utilidades.

Todo el mundo de los negocios esta relacionado con el dinero, todo producto que su sea de bajo costo, si su calidad es mala nadie lo comprara. De igual manera por alta que sea su calidad, nadie comprara un articulo que su precio excesivamente caro. La exigencia del consumidor es calidad justa a precio justo, aunque esto es muy subjetivo y global, porque existen ciertos productos que debido a la naturaleza de su material o su proceso de fabricación resultan ser caros, sin embargo puede aplicarse y porque no hacer que este tipo de productos sean mas baratos sin sacrificar calidad.

3. Cantidad y plazo de entrega.

Una compañía de manufactura debe de comprometerse a entregar al cliente el producto terminado en el tiempo y plazos estipulados en su contrato. Y si no se entrega a tiempo la empresa que le compra, también quedara mal con su

cliente respectivo y se desencadenara una mala reputación de una a otra compañía si las entregas empiezan a no tener puntualidad.

Llegara el punto en que la empresa que le compra perderá la confianza y empezara a buscar otra manufacturera con mejor reputación en los tiempos de entrega.

El control de la calidad incluye lo siguiente:

1. Cantidad Comprada
2. Volumen de Producción
3. Cantidad de materiales y productos en existencia (incluyendo cantidad de productos en proceso de producción)
4. Volumen de Ventas
5. Fechas de Entregas.

Si la empresa tiene un articulo en demasiada cantidad, son muchos los recursos y el capital que se han empleado, si la demanda de producto baja y hay demasiado producto terminado en el almacén entonces se habrán desperdiciados muchos recursos. Por otra parte si las existencias del producto en el almacén son muy bajas y la demanda crece, la compañía no podrá cumplir oportunamente con los requerimientos de los clientes.

El famoso sistema *KanBan* entrega justo a tiempo creado por la Toyota, toma en cuenta este factor, sin bien existen muchos controles de calidad que han resultado en base a las necesidades de la fabrica, si no se lleva un control eficaz de estos, podrían desastres e incluso al cierre de la fabrica. Pero si se tiene un eficaz control en cuanto al personal, a la calidad, a los costos y a los costos y a las cantidades, la administración procederá sin tropiezos.

En la actualidad existen infinidad de Normas que sirven como puntos de referencia para saber como realizar cualquier actividad, en calidad existen dos grandes normas que rigen las funciones principales de toda empresa de manufactura, para la industria en general existe la norma; **ISO 9000**, para la industria Automotriz es la norma; **QS 9000**, en otros países como Alemania tienen su propia norma como **VDA**, etc., pero nos enfocaremos solamente en las dos primeras normas.

3.1.2 Norma ISO 9000

Estas son algunas de las ventajas que ISO 9000 ha brindado a las compañías:

- Incremento en Ventas
- Expansión de mercados.
- Mejora Eficiente
- Menos desperdicios
- Aumento de satisfacción de cliente
- Reducción de costos
- Aumento de ganancias

En muchas industrias, es casi necesario ser certificado en ISO 9000 para permanecer competitivo en la industria. Seguir es una declaración introductoria sobre lo que ISO 9000 es, y es por eso por qué la mayoría de las compañías certificadas prefieren hacer negocios con otras compañías que se certifican en ISO 9000.

La Normas Standard ISO 9000 normas usualmente llamadas ISO 9000. Hay 5 normas en la Serie que describe reglas básicas que deben seguirse al manejando y mantener un sistema de calidad. Las normas incluyen una lista de actividades que deben tener lugar para asegurar que el producto sea hecho con respecto a sus especificaciones.

Las normas también requieren que el sistema de calidad sea auditado en una base regular para identificar y los problemas que no suelen ocurrir con frecuencia.

Las normas Standard de la Serie ISO 9000 fueron desarrolladas por Subcomité 2 del Comité ISO Técnico No. 176 que es parte de la Organización Internacional para Regularización. Las autoridades reconocidas en convicción de calidad de los países en el mundo proporcionaron entrada al comité que escribió las normas. Las normas describen lo que las compañías deben hacer establecer y mantener para tener un sistema de calidad eficaz.

Dos de las normas, ISO 9000 y ISO 9004, son normas de guía que describen principios relacionadas a la dirección de calidad. ISO 9001, ISO 9002, y ISO 9003 son normas de conformidad que son modelos para las compañías que quieran establecer un sistema de calidad.

Los requisitos de las normas son considerados los fundamentos para cualquier sistema de calidad y aplican a las compañías grandes y pequeñas. Compañías que prepararon un ISO 9000 sistema de calidad incluyeron los requisitos de ISO 9001, ISO 9002, o ISO 9003 en las reglas delante de cómo la compañía debe operar.

El comité que escribió las normas al ISO empezó el proyecto en 1979. Les tomó ocho años para completar las cinco normas que se publicaron alrededor de 1987.

Las reglas que gobiernan al ISO 9000 deben revisarse cada cinco años para determinar si ellos deben revisarse. La primera revisión a las normas se publicó en Agosto de 1994.

Las normas ISO 9000 han ganado aceptación rápida desde que se publicaron en 1987. En 1993, 55 países reconocieron el ISO 9000 como una norma nacional. A través de 1996, ese número había aumentado a más de 90 países. Esta aceptación tan rápidas del ISO 9000 son debidas a varios factores.

Es probable que la decisión de una compañía lleve a cabo un ISO 9000 para su sistema de calidad podrá ser influenciado a través de uno o más de los siguientes factores:

1. En la mayoría de los casos, las compañías también informadas bajan operando costos operativos y un aumentan su porción en el mercado.
2. una tendencia es que las compañías experimentan un aumento significativo en porción del mercado cuando ellas están primero dentro de su industria al certificarse en ISO 9000.
3. muchas compañías de manufactura y empresas que desean mejorar la calidad de su producto seleccionan el ISO 9000 porque es la norma de aceptación mundial.

Sin embargo los factores arriba expresado ha contribuido a la aceptación de las normas, es ahí donde se encuentra la fuerza realmente de la tendencia detrás de ISO 9000 en uno de los requisitos del ISO 9001 y 9002.

El requisito está en Elemento 4.6.2, Evaluación de Subcontratantes donde los estados "El proveedor evaluará y seleccionará a subcontratantes en base a su habilidad de reunir requisitos del subcontrato incluso el sistema de calidad y cualquier requisito de calidad-convicción y especificación".

El ISO 9000 establece que una compañía es responsable para todos los materiales usados en su producto que afecta la calidad del producto. Por consiguiente, si una compañía quiere registrarse al ISO 9000, debe evaluar y debe seleccionar a subcontratantes basados adelante

1. la habilidad del subcontratante de reunir especificaciones del producto y cualquier requisito de calidad-convicción específico,
2. en el sistema de calidad del subcontratante. Dice que el sistema de calidad del subcontratante debe evaluarse. Los Registradores deben realizar ISO 9000 y chequeo de las auditorias de los archivos de la compañía y de lo que ellos están interviniendo para estar seguro de que la compañía está evaluando el sistema de calidad a sus subcontratantes. Si esto no está haciéndose, entonces la compañía auditora no deberá aprobarla con el ISO 9000.

Contrariamente a la creencia popular, ISO 9000 no está interesado con cómo hacer productos bien-diseñados o proporcionar un servicio del alta-clase. Más bien, está sobre mantener un armazón que le permite mejorar el producto o servicio se produce continuamente. Es decir mantener un sistema de calidad eficiente y confiable

Aunque pueden verse los requisitos de ISO 9000 como más bien exigir, los beneficios de operar el sistema pesarán más que el trabajo extraordinario involucrado lejos de ser un carga mas. Es, después de todo, una marca de excelencia, que no se otorga ligeramente.

Pero como funciona el ISO9000, se requiere que la empresa tenga un sistema documentado que describe cómo usted se dirige con cada uno de las Cláusulas de la norma.

Éstas incluyen:

- Cómo usted selecciona a sus proveedores
- Qué información debe ser incluida en sus órdenes de la compra

- Qué cheques la compañía genera entrante el corte
- Cuanto factura la compañía en artículos salientes
- Cómo la fabrica controla los equipos o la maquinaria de fabricación
- Cómo la compañía se asegura que su personal este entrenado para realizar su trabajo de la mejor manera.

El Presidente de la compañía puede exigir con todo el derecho, a sus gerentes y ejecutivos aumentan las ganancias de la compañía mejorando la calidad de los productos de la compañía, o reduciendo tiempo de entrega y defectos en materiales, o reduciendo de quejas de Cliente, pero todos los golpes en el mundo no tendrán efecto real a menos que hay alguna clase de plan y un organización convenientes para llevarlo a cabo.

La organización debe tener políticas claras, objetivos definidos y un sistema eficaz para conseguirlo donde quiere ir. Ese es el espíritu de ISO 9000.

El primer paso en este proceso es decidir los objetivos. Esto necesita ser documentado y hacerlo conocer a todo el personal. El próximo paso es definir cómo todas las tareas pertinentes se realizan, y se asegura que todos sabemos sobre las secciones que los afectan. Esto significa que los organización deben crear un sistema documentado, describiendo el sistema de calidad del la organización, políticas y sus procedimientos de operación. Esto quiere decir:

- Definir la estructura del organización, y las responsabilidades funcionales, las líneas de comunicación, etc,
- Definir lo que las tareas que le corresponden a cada departamento.
- Definir quién es responsable para cada tarea asignada.
- aseguran continuidad de como nuevos empleados se una al equipo

- Qué acciones · clarifican exactamente la solución cuando se presente un problema
- definen qué información será grabada y quién debe hacerlo

Antes de empezar a trabajar, alguien debe hacerse responsable para conseguir que el sistema funcione y sea llevado a cabo. Esta persona también debe tener la autoridad y recursos suficientes para esta tarea. La organización debe fijar a un mayor miembro de su dirección para encabezar el proyecto, y esta persona debe tener autoridad suficiente y libertad para tomar acción a cualquiera y hacer exigir que el sistema trabaje. La persona seleccionada puede conocerse como el "Campeón de Calidad", o "Gerente de Calidad" o algún otro título, pero se conoce por la norma como el "Representante de Dirección."

De este punto, se necesitan atender las necesidades de los clientes, y de hecho, la compañía debe definir quien es cliente de cada quien. Por ejemplo, en el caso de una sección de administración, sus clientes serán los destinatarios de sus servicios, los clientes internos en otras secciones dentro del organización habrá los clientes externos.

Luego, deben documentarse las actividades de cada área en detalle suficiente. Donde hay varias maneras de realizar la misma tarea, es generalmente mejor para la dirección pertinente decidir qué es la manera mejor manera para dirigir las actividades y regularizarlas.

Una vez las actividades se han documentado, estas deben registrarse para asegurar datos suficientes a los puntos clave y permitir que los problemas puedan ser descubiertos y medir la efectividad de cualquier cambio resultante. Además, deben repasarse los requisitos de la norma para asegurar que los problemas sean resueltos.

Donde se descubren problemas, las actividades deben y pueden alterarse para reunir los requisitos que se requiere para resolver el problema esto significa que los documentos pueden ser modificados, pero se debe de llevar un historial de modificaciones en cada documento.

La compañía necesitará asegurar que todos su personal este usando los documentos correctos. Esto incluye dibujos que ellos usan para los propósitos industriales, hojas de la instrucción (instrucciones de trabajo/ procedimientos / formas que se usan para grabar información finanzas pide las formas, órdenes de la compra, que la entrega nota, etc) y así sucesivamente.

Cada uno necesitará preparar un sistema que asegure esas versiones viejas de documentos y las nuevas versiones se deben distribuir a todas esas personas que los necesitarán. Cada persona debe también necesitará guardar los archivos de los cambios hechos a los documentos, y para tener algún método de identificar qué versión es y respaldar su historial.

La compañía debe asegurarse que su personal está adecuadamente especializado y/o experimentado, para que ellos sean capaces de llevar a cabo sus tareas repartidas. El departamento de entrenamiento debe guardar archivos de su experiencia anterior y educación, y también del entrenamiento que se proporciona si éste es en el trabajo, mostrarlo o el entrenamiento externo, etc)

El departamento de entrenamiento ya debe ser consciente de la experiencia anterior y/o entrenando de su personal. se debe ser consciente de las habilidades requeridas que necesitó para lograr varias tareas dentro de su organización. Los ingenieros también deben ser consciente de las habilidades de su personal. También, se debe ser consciente de cualquier cambio futuro a sus funcionamientos que pueden involucrar un requisito para nuevas habilidades (nuevo equipo, nuevos productos, el etc). Combinando todas estas facetas de su conocimiento, se llegará a un juego de requisitos más allá

entrenamiento, qué asegurará que su personal puede dirigir las tareas requeridas.

Después de que el tiempo suficiente ha pasado, las actividades deben ser verificadas por una persona independiente, trabajando en la organización. Esto es conocido como Auditor interno de Calidad.

El interventor debe asegurar que las actividades están dirigiéndose como se describieron en el sistema documentado, y suficiente para reunir los requisitos de ISO 9000. Al final de cuentas estas auditorias internas deben programarse mínimo una vez cada 4 o 3 meses, para asegurar que el sistema siga vivo, y sobre todo para pasar con buenos ojos a la auditoria externa mayor que fue la que certifica o puede desertificar a una compañía si encuentra anomalías o fallas profundamente deficientes en el sistema de calidad.

3.1.3 Norma QS 9000

Requisitos de Sistema de calidad para los Proveedores Automotrices

En la industria automotriz, "calidad" se ha vuelto una manera de hacer mantener el negocio y cada nivel de producción refleja un compromiso fuerte a lograr calidad consistente.

En el ambiente comercial de hoy, "convicción de calidad" describe productos o servicios desarrollados de acuerdo con un sistema de dirección de calidad establecido que eficazmente satisface las necesidades de sus clientes.

Los Requisitos de Sistema de Calidad QS-9000 es el sistema de calidad que se ha entallado a la industria automotriz.

QS-9000 ha sido la fusión del programa de calidad de Chrysler, Ford, General Motors y varios fabricantes de camiones en un solo documento. Este proceso de fusión se llama "harmonización" y permite a los proveedores reunir

los requisitos de uno en lugar de los requisitos separados para cada uno de estas compañías.

Los documentos reemplazados por QS-9000 incluyen: El Proveedor Manual de Calidad Convicción de Chrysler, la Q-101 Norma de Sistema de Calidad de Ford y los NAO de General Motors para la Excelencia.

La esencia de QS-9000 divide toda en grados a proveedores interiores y externos. Se dispone en grados 1 proveedores que son esos proveedores que proporcionan productos y servicios directamente a Chrysler, Ford, Motores Generales o otros OEM (fabricante de equipo original) clientes que subscriben a esta norma - por ejemplo, proveedores de

- 1) Los materiales de la producción
- 2) Producción o partes de servicio
- 3) Pintado de chapas o otros servicios acabados.

Se introdujeron norma QS-9000 en septiembre de 1994 y se pusieron al día en 1995 de febrero y comenzó su distribución en Abril de 1998. Ahora, todos los proveedores aplicables deben de haber llevado a cabo un sistema de calidad eficaz basado en QS-9000 y deben de haber sido evaluado de la misma manera que sus competidores.

El registro tercerista del sistema de calidad de un proveedor es requerido por Chrysler, y por General Motors; Ford no requiere registro de esto en este momento, pero ha requerido la misma-valoración de QS-9000 desde junio de 1995. El registro tercerista involucra tener un equipo de interventores externos de un registrador acreditado que ha sido certificado para ISO 9000 en actividades de valoración, para verificar que su sistema obedece QS-9000.

La base de QS-9000 es el ISO 9000 que establecen requisitos globales para los sistemas de dirección de calidad. De una manera similar, QS-9000 es un armazón de dirección que define los procesos de una compañía y mantiene un acercamiento estructurado a la producción de productos o servicios para que una compañía genere un nivel consistente de calidad.

Como con ISO 9000, el sistema de calidad QS-9000 dice básicamente que usted tiene que:

1. definir el proceso - es decir, documento lo que usted hace.
2. siga el proceso - es decir, haga lo que usted ha documentado.
3. asegure el proceso sea eficaz - si no, cambie sus procesos documentados.
4. registrar los resultados de su trabajo y hacer que los resultados sean disponible a clientes y auditores.

QS-9000 están compuestos de dos secciones: ISO 9001 y los requisitos de cliente-específicos en la Sección 4 de la versión de 1994 de ISO 9001. Los 20 elementos de ISO 9001 son incluidos en QS-9000, junto con los requisitos suplementales. Los requisitos cliente-específicos son normas adicionales que Chrysler, Ford, General Motors y fabricantes de camiones han impuesto. Además, los suplementos de QS-9000 se han publicado para productores de dispositivos del semiconductores, y para la estampación y proveedores de equipo.

Hay también seis manuales de referencia de cliente que mantienen guía adicional las varias funciones. Ellos son:

1. el producción Parte Aprobación Proceso (PPAP)
2. Calidad del Producto avanzada que Planea y Controla Plan (APQP)
3. el Modo de fracaso y Análisis de Efectos (FMEA)
4. el Análisis de Sistemas de medida (MSA)

5. el Mando del Proceso Estadístico fundamental (SPC)
6. la Valoración de Sistema de calidad (QSA).

Todas las industrias Electrónicas están certificadas por Normas como ISO-9000, en algunos casos poseen mas de una certificación.

La industria Electrónica a la cual esta enfocada nuestro proyecto de mejora de cambios rápidos de fixtures esta certificada por ISO-9000.

3.2 Manufactura

3.2.1 Proceso de Ensamble y Fabricación Electrónica

La industria se compone de muchos procesos de fabricación algunos difíciles de realizar y otros no tanto, pero uno de los procesos de manufactura mas joven quizá sean los procesos de fabricación de circuitos integrados para tarjetas electrónicas o paneles, de los cuales se compone todo aparato electrónico. En este capítulo explicaremos el proceso de fabricación hasta el ensamble del aparato electrónico.

Todo aparato electrónico esta compuesto por paneles o tarjetas electrónicas que son como el cerebro que manda realizar cada función especifica para la cual fue diseñado, a su vez los paneles o tarjetas electrónicas están compuestos por *circuitos integrados*, CI que son una serie de dispositivos electrónicos, tales como transistores, diodos y resistores, que se han fabricado e interconectado de manera eléctrica en una pequeña pastilla plana de material semiconductor.

Antes de los tableros de circuitos impresos o PCB los componentes electrónicos se sujetaban manualmente a través de un chasis metálico y después se cableaban a mano y se soldaban para formar el circuito deseado. El metal usado era el aluminio. A finales de los años cincuenta se empezaron a comercializar algunos tableros de plástico, el éxito de estos tableros fue el asilamiento eléctrico que fue lo que reemplazo al aluminio. Los primeros polímeros fueron el fenol, seguido de epóxicos de fibra de vidrio reforzada.

Al principio de la introducción de esta tecnología los componentes en estos tableros se realizaba a mano, esto llevó mucho al desperdicio de piezas, pues se cometían muchos errores humanos, pues cada vez aumentaban mas las densidades y la complejidad de los componentes, para solucionar este problema con el alambrado manual, se desarrollan el tablero de circuitos

impresos, con una capa de cobre tratada con ataque químico en su superficie para formar las interconexiones de cableados.

El Silicio (Si) es el material semiconductor que mas se utiliza para los circuitos integrados, debido a su propiedades y su bajo costo, los circuitos se fabrican de una sola pieza de material sólido y es común usar el termino de material electrónico en estado sólido.

Los circuitos integrados se dividen en dos grandes grupos:

- Análogos.
- Digitales.

Los circuitos integrados *Análogos* operan con voltajes continuos y variables, entre los dispositivos comunes están los amplificadores, los osciladores y los reguladores de voltaje.

Los circuitos integrados digitales operan con señales que tienen solo dos niveles de voltaje, que indican generalmente los valores para los bits 0 ó 1. la segunda categoría está representada por los microprocesadores y dispositivos de memoria para el almacenamiento de datos.

Lo más sorprendente de la tecnología microelectrónica es el gran número de dispositivos que pueden encapsularse en una sola pastilla.

Prácticamente, un circuito integrado consiste en miles de millones de dispositivos electrónicos microscópicos que se han fabricado e interconectado electrónicamente dentro de una pastilla de silicio llamada comúnmente dado.

El mundo de la electrónica es muy extenso y no sería suficiente incluir un capítulo para enumerar todos los procesos existentes, pero solo mencionaremos los conceptos generales del proceso.

En los circuitos integrados constituyen el núcleo central de cualquier sistema electrónico, pero este sistema completo está formado por más componentes que se ensamblan y conectan en tableros de circuitos impresos los cuales a su vez se conectan entre sí y se alojan en un chasis o gabinete para ser procesados.

El encapsulado de dispositivos electrónicos es el proceso físico por el cual se conectan electrónicamente entre sí los componentes de un sistema y hacen interfaces con los dispositivos externos; incluyendo la estructura mecánica que sostiene y protege al sistema de circuitos.

Un encapsulado eficiente sirve para conseguir las siguientes características:

1. Distribución de la energía e interconexión de las señales.
2. Soporte estructural.
3. Protección del circuito contra riesgos químicos y físicos en el ambiente.

Los chips encapsulados y otros componentes se ensamblan en un tablero de circuitos impresos, en inglés "printed circuit board", PCB utilizando una de las tecnologías mencionadas:

1. Tecnología de inserción en inglés "Pin in Hole", PIH

2. Tecnología de montaje superficial "surface mount technology", SMT

Los PCB ensamblados se conectan a su vez a un chasis o a otra estructura; este es el tercer nivel de encapsulado, este tercer nivel de encapsulado consiste en un estante o chasis que contiene los tableros, y utiliza cables de alambrado para establecer las interconexiones.

El cuarto nivel de encapsulado consiste en la instalación de alambres y cables dentro del gabinete.

TABLA 3.2.1.1 Jerarquías de Encapsulado

0	interconexiones del chip
1	Interconexiones del chip al encapsulado para formar el CI
2	Interconexiones del CI al tablero de circuitos
3	Del tablero de circuitos al estante.
4	Conexiones de alambrado y cableado

Un PCB consiste en una o mas capas de material aislante, con líneas delgadas de cobre en una o en ambas superficies que conectan entre si los componentes que se fijan al tablero. Los tableros de circuitos impresos se utilizan en los sistemas electrónicos para tener a los componentes y proporcionar conexiones eléctricas entre ellos y los circuitos externos.

Para la manufactura de PCB el fabricante emplea una serie de operaciones de procesamiento para producir un tablero de circuitos impresos terminado, listos para el ensamble de los componentes, la operaciones son:

- Limpieza
- El corte con cizalla
- El perforado o taladrado de orificios

- El copiado de patrones
- El ataque químico y la deposición electrolítica.

Las razones por las cuales los tableros de circuitos impresos son importantes y se utilizan tan ampliamente en la fabricación de equipos electrónicos:

- Proporcionar una plataforma estructural adecuada para los componentes
- Facilidad de producción masiva
- Por su confiabilidad en su funcionamiento
- Por su fácil disponibilidad al extraerlos para su reparación o mantenimiento.

Un tablero de circuito impreso (PCB), también denominado tablero de alambrado impreso, es un panel chapeado con material aislante, diseñado para proporcionar conexiones eléctricas entre componentes.

Los materiales usados para aislantes en los PCB son usualmente compuestos de polímeros reforzados con tramas de cristales o papel. Los polímeros incluyen los epoxicos (los mas utilizados), los feniolicos, el papel es para formar una capa común de reforzamiento para los tableros de fenol.

El espesor usual de la capa de sustrato esta dentro del rango de 0.031 a 0.125 pulgadas y el espesor de las capas de cobre mide alrededor de 0.0015 pulgadas.

Los materiales que conforman la estructura del PCB deben de estar aislados eléctricamente, ser fuertes y rígidos, resistentes a las deformaciones, de dimensiones estables, resistentes al calor, para obtener con mayor grado estas dos ultimas características se le añade productos químicos al compuesto de polímero.

Existen tres tipos de tablero PCB:

1. *Tablero de un solo lado*, en cual la capa de cobre se encuentra únicamente en un lado del sustrato aislante.
2. *Tablero de dos lados*, en el cual la capa de cobre se encuentra en ambos lados del sustrato.
3. *Tablero de multicapas*, que consiste en capas alternadas del elemento conductor y aislante.

En las tres tipos de estructura, las capas de aislante se fabrican con varias cubiertas de cristal de cristal epoxico de modo que se forme una estructura fuerte y rígida.

Los PCB de multicapas se utilizan para ensambles de circuitos complejos en los cuales deben interconectarse un gran numero de componentes con muchas pistas, por lo general lo que se requieren mas pistas conductoras de las que se puedan colocar en una o dos capas de cobre.

Para conseguir los tableros de uno y dos lados se requieren proveedores que se especialicen en estos tipo de producción masiva de PCB. Los tableros multicapas se fabrican de manera separada para formar el patrón de circuitos requeridos para cada etapa de la estructura final.

La capa de cobre que se utiliza para revestir los tableros iniciales se produce mediante un proceso continuo de electroformado, en el cual un cilindro metálico suave giratorio se sumerge parcialmente en un baño electrolito que contiene iones de cobre.

Antes de entregarle el tablero al fabricante de circuitos electrónicos, el tablero de estar completo, los paneles se fabrican usualmente con anchuras estándares, diseñados para ser compatibles con los sistemas de manejo de tableros en los equipos de soldado en olas, las maquinas de inserción automática y otros elementos para el procesamiento y ensamble de tableros de circuito impresos.

La preparación del tablero esto consiste en el corte, la graduación o dimensión de sus orificios y otras operaciones de formado para crear rebordes, ranuras, chaflanes, radios y características propias del tablero.

En general, durante la fase preparativa se aplica al tablero un código de barras para su identificación. Por ultimo se utiliza un proceso de limpieza para remover la suciedad tal como la grasa de la superficie del tablero. Pese a que los requerimientos de limpieza no son tan estrictos es muy importante la limpieza del panel pues puede ayudar mucho al momento de que pasan a otros procesos tales como el ataque químico o inserción de componentes, pues si va muy sucio puede dañar los procesos que le siguen.

Las perforaciones por taladro además de las perforaciones por herramienta, se requieren perforaciones especiales o funcionales.

1. Perforaciones de inserción para insertar las terminales de los componentes en los tableros de inserción.

2. Perforaciones guía (tipo holes) las cuales están recubiertas por cobre y se utilizan como trayectorias conductoras que van de un lado a otro del panel.
3. Para asegurar ciertos componentes, como los disipadores de calor y los conectores para el tablero.

En la mayoría de la perforaciones y barrenos se utiliza un taladro de pie controlado numéricamente por computadora (CNC), el cual recibe instrucciones de programación de la base de datos de diseño, para trabajos de alta producción algunas veces se utilizan taladros de ejes múltiples, permitiendo que todas las perforaciones en el panel se hagan en un solo movimiento.

Las perforaciones en la fabricación de los PCB se taladran con brocas espirales estandar, los barrenos y la aplicación exige demasiado a la broca y el equipo, Posiblemente el mayor problema sea el orificio tan pequeño a perforar en el PCB, pues generalmente el tamaño es menor a a 0.050 pulgadas (1.27mm) y en algunos tableros de alta densidad se requieren perforaciones de 0.006 pulgadas (0.15) o incluso menores. Tales brocas carecen de fuerza y la capacidad de disipación de calor es muy baja.

Ataque Químico existen dos formas por medio de las cuales el patrón del circuito se transfiere a la superficie de cobre en el tablero, ambos métodos implican el uso de recubrimiento resistente sobre la superficie del tablero, los métodos son:

1. Serigrafía
2. Fotolitografía

La serigrafía fue el primer método que se utilizó el cual consiste en colocar sobre el tablero un estencil de malla o pantalla que contiene el patrón o circuito, y se presiona un líquido a través de la trama de la malla hacia la superficie que se encuentra debajo de ella.

La fotolitografía es un método para la transferencia del patrón de un circuito, en cual se expone un material resistente sensible a la luz a través de una mascarilla para transferir el patrón del circuito.

El ataque químico se lleva a cabo en una cámara, en la cual se rocía el material de ataque químico sobre la superficie del tablero, que ahora está parcialmente con el material resistente.

Un chapeado o revestimiento es importante en los tableros de circuitos impresos, pues se necesita el chapeado en las superficies de las perforaciones para proporcionar trayectorias de conducción de un lado del tablero al otro, en el proceso de chapeado se utilizan dos tipos:

1. Electrodeposición
2. Deposición no eléctrica

Por último se da lugar a la circuitización que la determinación de las regiones donde se alojará el cobre de las cuales existe tres métodos:

1. *Método substractivo* las cuales se atacan con material químico las porciones abiertas del revestimiento de cobre en la superficie inicial del tablero, para que permanezcan las pistas e islas deseadas en el circuito.
2. *Método aditivo* comienza con una superficie de tablero que no está cubierta con cobre, tal como la superficie no revestida de un

tablero de un solo lado. Sin embargo, al superficie no revestida se trata con un químico, denominado recubrimiento untado, el cual actúa como catalizador para la disposición eléctrica.

3. *Método semiaditivo* utiliza la combinación de los pasos para el método aditivo y el substractivo.

Finalmente de la fabricación total de un PCB, debe de probarse e inspeccionarse que funcione de acuerdo a las especificaciones de diseño y que no contenga defectos de calidad, los dos métodos mas comunes son 1) *Inspección Visual* y 2) *Prueba de Continuidad*.

Ensamble de componentes electrónicos a los PCB esta fase es cuando el PCB esta listo y se transfiere a las maquinas insertadoras de componentes.

No hay que confundir esta fase con la fase de ensamble del aparato electrónico, en donde se le ensamblan en algunos casos componentes electrónicos pero por lo general se ensambla todo el caparazón del cuerpo del aparato electrónico y se prueba electrónicamente estas operaciones a diferencia de las maquinas SMT son operaciones que se realizan manualmente por operadores a través de una banda transportadora, en muchas fábricas a este proceso se le llama Ensamble final.

Para el ensamble de tableros de circuitos impresos consiste en componentes electrónicos, así como componentes mecánicos, montados sobre un tablero o PCB, estos ensambles se basan en tecnologías de inserción o de montaje en superficie. Algunos ensambles de PCB incluyen los dos tipos de tecnología.

En los ensambles de circuitos impresos con componentes de inserción, las terminales deben insertarse en los orificios de los tablero de circuitos. Una vez insertadas las terminales se sueldan en su lugar en los orificios del tablero, después del proceso del soldado, los tableros se limpian y se prueban y los que

no pasan la prueba sé retrabajan si es posible, de este manera podemos enumerar los pasos de inserción de componentes (PIH):

1. inserción de componentes
2. Soldado de componentes
3. Limpieza.
4. Prueba del PCB
5. Retrabajo.

Maquinas de Inserción Automáticas estas maquinas pueden ser semi-automáticas o totalmente automáticas. El primer tipo es la inserción de componentes mediante un dispositivo de inserción mecánico, cuya posición en relación con el tablero lo controla un operador.

La maquinas automáticas son las que mas preferencias tienen en las manufactureras, pues son mas rápidas y no necesitan atención humana solo se limitan a la carga de componentes, estas maquinas se controlan por medio de un programa que se desarrolla directamente con los datos de diseño del circuito.

Los componentes se cargan en estas maquinas en forma de carretes, cargadores u otros dispositivos portadores que mantengan una orientación adecuada hasta su inserción.

La operación de inserción implica tres etapas:

- 1) el preformado de las terminales

- 2) la inserción de las terminales en los orificios del tablero
- 3) el corte y la fijación de las terminales en el otro lado del PCB

El preformado solo es necesario para algunos tipos de componentes e implica el doblado en forma de U de las terminales que inicialmente son rectas, para su inserción, muchos componentes ya traen la forma en u y no es necesario el preformado.

Una vez insertadas las terminales a través de los orificios en el tablero, se ajustan y se cortan, el ajuste implica el doblado de las terminales, para asegurar mecánicamente el componente con el tablero hasta que se suelde. Si no hay ajuste no podrá ir bien soldado y corre el riesgo del que el componente se salga del orificio durante el manejo del panel.

Los tres tipos de máquinas de inserción correspondientes a las tres configuraciones básicas, pueden unirse para formar parte de una línea de ensamble de tableros de PCB, la integración se realiza a través de una banda transportadora que transfiere un producto terminado de una máquina a la otra consecutivamente. El gran problema es establecer un balance entre cada estación de trabajo, algunas estaciones pueden tener asignadas una gran cantidad de inserciones, mientras otras pueden estar desocupadas.

En ocasiones existen paneles con componentes de baja producción que se opta por un montaje manual o porque contienen configuraciones no estándar y por lo tanto no pueden manejarlos una máquina de inserción estándar, estos casos incluyen interruptores y conectores, así como resistores, capacitores y algunos otros componentes.

El uso de robots industriales es otro enfoque para la reducción del error humano en el ensamble de los PCB, los robots no pueden utilizarse como sustitutos de las máquinas de inserción automática porque los robots son muy

lentos, trabajan a velocidades similares a las del ser humano, se justifican su uso debido que reducen los costos de trabajo y errores humanos durante el ensamble.

Soldado es el segundo paso básico en el ensamble de tableros o paneles PCB con materiales de bajo punto de fusión (Soldadura blanda). Las técnicas mas importantes del soldado son:

1. *Soldado a mano* el soldado a mano implica a un operador con habilidad que utilice un caudín para realizar las conexiones de los circuitos.
2. *Soldado en olas* el soldado en olas es una técnica mecanizada en la cual los tableros de circuitos impresos que contienen los componentes de iniciación se mueven a través de una banda de transporte sobre una ola de soldadura fundida, la banda esta puesta de tal forma que solo la parte inferior del tablero, con las terminales de los componentes a través de los orificios, están en contacto con la soldadura.

Los pasos finales del procesamiento en el ensamble de PCB son la limpieza, las pruebas y el reproceso, también se realizan inspecciones visuales para encontrar defectos en el panel.

Maquinas de Montaje Superficial la tecnología de montaje superficial (SMT) tiene sus orígenes en los sistemas electrónicos de las industrias aeronáutica, aeroespacial y militar alrededor de los años sesenta. Los primeros componentes eran encapsulados ceramicamente planos con terminales de ala, los primeros encapsulados eran estéticamente mejor que los de inserción porque podían colocarse en ambos lados del tablero.

La tecnología de montaje superficial utiliza un método de ensamble en el cual las terminales de los componentes se sueldan a las islas sobre la superficie del tablero, en lugar de insertarse en los orificios que atraviesan el tablero, al eliminar la necesidad de insertar los componentes se obtienen varias ventajas:

1. Pueden realizarse componentes mas pequeños
2. Aumentan las densidades del encapsulado
3. Los componentes se montan en ambos lados del tablero
4. Se utilizan tableros mas pequeños para el mismo sistema electrónico
5. Se reducen efectos eléctricos no deseados, tales como las capacitancias e inductancias que se generan entre los dispositivos.

Montaje Final de Componentes al final del ensamble del PCB con todo los componentes electrónicos, el siguiente paso y no menos importante es el montaje final o comúnmente llamado ensamble final en donde ya no hay maquinas de inserción ni SMT, si no la tecnología es manejada por medio de líneas de ensamble o estaciones de ensamble.

Esto es por ejemplo cuando se manejan productos que el cliente requiere completos o semi-completos, por citar un ejemplo un teléfono celular se compone aproximadamente de 100 componentes entre circuitos y transistores, pero las partes mas importante internamente son la tarjeta electrónica, el display, el teclado, externamente serian la carátula, la base, la antena, etc.

Una vez teniendo cada uno de estos componentes se distribuyen en líneas de ensamble generalmente en línea para ensamblar cada parte por separado, se acostumbra siempre al final incluir una estación de prueba de componentes, por ejemplo si en esa línea se fabrica una parte de la bocina de algún teléfono, se verifica si realmente la bocina suena.

3.2.2 Producción.

Esta es la esencia de toda fabrica o maquiladora pero bajo que criterio se debe de producir un producto determinado o cual es la razón de hacerlo. Viendo la cuestión desde un punto muy ingenieril El costo de fabricar un producto depende de las inversiones o gastos que se generen en cuanto al consumo de materia primas, maquinas, mano de obra, ventas, almacenamiento y otros gastos generales, entonces el objetivo de la producción es generar un producto con ciertos beneficios, esto nos impone como reto que el costo debe ser aceptable y competitivo; También que debe de existir una demanda para el producto, o más aun esta demanda debe de crearse.

Esta tecnificación ha hecho posible a la industria alcanzar altos volúmenes de producción a un bajo costo de mano de obra lo que es esencial para cualquier sociedad que desea gozar de un alto nivel de vida.

Pueden tomarse estos criterios como fundamentales para determinar si una producción es rentable o no:

- Crear un proyecto o producto funcional lo más simple posible y de alta calidad. (*Ingeniería del Producto*)
- La selección de un material que represente la mejor opción en costo, propiedades, apariencia. (*Ingeniería de Materiales*)

- La selección de procesos de manufactura para fabricar el producto debe ser el que represente la necesaria exactitud y rugosidad al costo mas bajo posible. (*Ingeniería Industrial y/o de Procesos*)

Ingeniería de Producto es aquí donde comienza todo, si en esta etapa no se tiene claro el objetivo o se empieza con demasiados errores y negligencias es seguro que el proyecto termine por ser un fracaso y solo un gran esfuerzo podrá sacarlo del hoyo, pero siendo mas optimistas el producto debe proyectarse de tal manera, que el costo asociado con el material, la manufactura y el almacenamiento sean lo mas bajo posible, En cualquier producto para efectos de durabilidad se especificaran el material mas duro o resistente a la corrosión, pero el ingeniero de diseño debe estar comprometido con la producción lo mas económicamente posible.

Para fabricar piezas de alta precisión se requieren maquinas de alta precisión, materiales de buena calidad, operadores calificados, sin tomar en cuenta costos de desperdicios que pudieran aumentar, entonces cada proyecto debe ser cuidadosamente planeado para ganar dinero y poder evitar cuantiosas perdidas.

Puntos a considerar en el diseño de Ingeniería.

- Buscar un diseño lo mas simplificado posible sin sacrificar estética ni funciónabilidad.
- Reducir el mínimo de piezas posible (tuercas, tornillos, rondanas, etc.)
- Utilizar materiales no tan caros sin sacrificar calidad, pero si fáciles y no tan costosos de procesar.

- Proponer o buscar procesos manufactura no tan costosos y difíciles de realizar.

Ingeniería de Materiales es un proceso íntimamente ligado al diseño de producto pero a la vez muy importante es la toma de decisión de que materia será usada y casi por default al seleccionar un material se selecciona a la vez el proceso de fabricación del mismo.

Los materiales difieren ampliamente en sus propiedades físicas, sus características de fabricación, sus características plásticas, el equipo de diseño o el diseñador debe estos factores a considerar al seleccionar el material mas económico y el proceso que le sea mas adecuado.

Los materiales se dividen en dos grandes grupos:

- Los metálicos
- Los no metálicos (inorgánicos y orgánicos)

El material en el cualquier producto, parte, pieza mecánica juega un papel muy importante, incluso después del diseño es el que define el comportamiento y características de durabilidad, corrosión, resistencia al impacto, etc. Una buena elección del asegurara el éxito del producto en su aplicación.

Ingeniería Industrial y/o Procesos esta etapa es con la cual se cierra la etapa de desarrollo de ingeniería, incluso muchas compañías le llaman a esta etapa Plan de industrialización o industrialización pues ya casi todo esta definido, pero aun no esta del todo terminado, pues falta saber el "know how" del proceso, la primera pregunta es como lo vamos a fabricar.?, Que clase de proceso usaremos, que maquinaria y herramientas podremos emplear? Serán

fáciles de usar, no serán tan costosas? En realidad surgen muchas preguntas, pero cada una debe ser contestada con certeza y convicción.

Ingeniería de Proceso.

Esta disciplina es una de las importantes en una fábrica o manufacturera ya que engloba casi todas las actividades de una empresa de manufactura, es decir un Ingeniero de Proceso debe saber desde que el material llega al almacén, pasa a través de las líneas de producción hasta llegar al almacén de producto terminado, empaque y embarque aunque el campo de acción del ingeniero de proceso esta directamente en las líneas de producción.

Estas son las algunas de las actividades que desarrolla la ingeniería de Procesos:

1. Cuando entra un nuevo proyecto el ingeniero de proceso debe de desarrollar el diagrama de flujo en conjunto con el ingeniero industrial esto varia según cada empresa lo estipule.
2. Si la industria es Automotriz desarrollar el AMEF (FMEA) Análisis modo efecto y fallo potencial, para encontrar posibles fallas en el proceso.
3. El ingeniero es capaz de desarrollar la línea de producción ya que cuenta con las habilidades necesarias.
4. El ingeniero de proceso es como el padre de la línea de ensamble o de producción al igual como mantenimiento, procesos conoce tanto la línea que sabe donde o cuando puede fallar mas casi por instinto.

5. Debe de suministrar las herramientas necesarias para el trabajo en las líneas de producción, por lo tanto debe de coordinarse con el ingeniero de diseño de herramientas y exponerle sus necesidades y trabajar en conjunto para la fabricación ya sea de troqueles, dados, moldes, toolings, utillajes, etc.) o bien conseguir proveedores externos que puedan realizar el trabajo.
6. El debe de llevar un control de todos los herramentales y utillajes que se utilizan en las líneas, además debe de llevar control de rendimiento (Yields) de la línea e implementar ideas de mejora si se requiere.
7. El debe de capacitar y entrenar a la gente que trabajara en las líneas de producción. Por lo tanto es el responsable de desarrollar las hojas técnicas o instrucciones de trabajo.

Quizás el mayor problema al que se enfrente el ingeniero de proceso es la selección de proceso y de la maquina ya de que esto parte si habrá en el futuros problemas de capacidad o calidad, incluso la economía y las finanzas de la empresa dependen en gran medida de la selección apropiada de la maquina y del proceso.

El primer punto de decisión es la cantidad de piezas a producirse, generalmente existe una maquina adecuada a un problema de fabricación dado. Por ejemplo para la producción de lotes pequeños las maquinas de propósitos generales tales como el torno mecánico, el taladro, fresadora vertical, cepillo, etc. Se justifican como el tipo de maquinas mas apropiado, ya que son muy versátiles y su costo inicial no es tan alto. Pero si se requieren lotes de producción altos volúmenes entonces se deben considerar maquinas especiales con mayor capacidad.

Para la selección de maquinaria se debe tener un amplio conocimiento de todos tipos o métodos de fabricación existentes los factores a considerar antes de tomar una decisión:

- Volumen de producción.
- Calidad del producto terminado.
- Tomar en cuenta ventajas y desventajas de otros tipos de equipos capaces de hacer el mismo trabajo.

Mencionáremos los tipos de procesos de manufactura utilizados en la industria metalmecánica y en general (electrónica y alimentos):

A). Procesos de transformación del material.

- Metalurgia extractiva
- Fundición
- Formado en frío y caliente
- Metalurgia de polvos
- Moldeo de plásticos

B). Procesos de desprendimiento de viruta

- Maquinados convencionales
- Maquinados no convencionales

C). Procesos de acabados

- Por desprendimiento de viruta
- Por pulido

- Por recubrimiento

D). Procesos de Ensamble de materiales

- Soldadura
- Sinterizado
- Prensado de Polvos
- Remachado
- Ensamble por rosca
- Ensamble por pegado
- Ensamble especiales

E). Procesos para cambiar las propiedades físicas.

F). Procesos de modificación de forma

- Fundición
- Forja
- Extruido
- Laminado
- Embutido
- Triturado
- Fabricación de tubo sin costura
- Punteado de tubo o varilla
- Doblado
- Cizallado
- Moldeo por estiramiento
- Formado por laminado
- Moldeado por cizalla

- Formado por explosivos
- Formado por electrohidráulico
- Electroformado
- Metalurgia de polvos
- Moldeo por inyección

G). Procesos para tratamientos térmicos

- Tratamientos térmicos
- Trabajo en caliente
- Trabajo en frío
- El martillado

Como ya hemos mencionado los procesos más comunes, también cabe mencionar los tipos de industria que existen:

- Industrias con producción masiva (100,000 piezas al año como mínimo).
- Industrias con producción moderada (2500 a 100,000 piezas por año).
- Industrias con producción limitada (10 a 500 piezas por año).

Según al ramo en que se dedican las industrias se dividen en:

1. Alimentos y procesados de alimentos
2. Manufactureras eléctricas y electrónicas
3. Automotriz y transporte
4. Accesorios metálicos, plomería, acondicionamiento y refrigeración
5. Construcción
6. Mobiliario y trabajo de la madera
7. Productos de piedra, cristal, arcilla

8. Industria extractiva

Acerca de la *automatización del Proceso* desde el comienzo de la revolución industrial, cuando las maquinas contaron con sus primeras unidades de potencia, a partir de entonces a habido una constante evolución hacia el proyecto y construcción de maquinas mas automáticas cada vez desplazando al hombre como operario de la maquinaria esto quizás sea posible pero se tiene que evaluar económicamente.

En términos generales, casi cualquier maquina o cualquier proceso puede ser automático, pero el uso o desarrollo de este tipo de maquinaria depende de los resultados que arroje un previo análisis económico. Por citar un ejemplo una maquina automática puede trabajar durante un periodo prolongado siendo inclusive la alimentación del material de forma automática pero su costo es mas alto que una maquina no tan automática que necesita un operador para alimentar el material a la empresa le sale mas a cuenta pagar dos turnos a dos operadores que pagar a técnicos especializados que estén al cargo del mantenimiento de la maquina automática.

La ingeniería de procesos debe de analizar todos estos aspecto mencionados arriba proporcionando datos que sean útiles para la toma de decisiones importantes que afectaran de manera positiva o negativa a la actividad industrial de la empresa.

3.2.3 Calidad.

Esta disciplina no es menos importante que ingeniería como hemos mencionado el capitulo 3.1 en una fabrica o manufacturera se debe de tener algún control sobre lo que se tiene y se quiere producir, como controlar lo producido para que no llegue a las manos del cliente con defectos y estos hagan caer la producción del mismo.

Estas son las algunas de las actividades y que herramientas desarrolla el departamento de calidad:

1. Calidad no es exactamente responsable del proceso, pero funciona como un guardián que si algo sale mal tiene la suficiente autoridad de detener la línea de producción y convocar a una junta con los responsables directos del proceso y producto para coordinarlos a planear acciones correctivas y que ese problema no se presente de nuevo.

Que herramientas usa:

- Calidad cuenta con las Normas ISO/QS 9000 que son la referencia para coordinar los problemas de calidad.
- Formatos de Acciones correctivas y su mayor aliado el CEP (Control estadístico de Proceso)

3.2.4 Mantenimiento.

Tan importante como la producción esta disciplina es la responsable de que todo en la fabrica funcione correctamente y evita retrasos por paros de línea repara y/o fabrica elementos que están dañados o deteriorados, este disciplina necesita una gran coordinación pues debe de tener lista sus agenda de al menos 6 meses para mantenimientos preventivos, en pocas palabras es el responsable de que el barco este a flote.

Los productores están siempre con una presión creciente para:

- Aumentar la satisfacción del cliente
- Mejorar la calidad
- Reducir costos

- Incrementar disponibilidad de equipo
- Disminuir tiempos de entrega
- Disminuir contaminación
- Aumentar la seguridad industrial
- Proveer un lugar de trabajo más limpio y placentero

TPM es una filosofía de clase mundial que pretende ayudar a mejorar estos puntos antes mencionados

Metas del TPM en Mantenimiento

- Cero demoras no planeadas
- Cero pérdidas por baja velocidad
- Cero Defectos
- Cero Accidentes
- Mínimo costo de ciclo de vida

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) esta alineado a las políticas de manufactura de clase mundial:

- Políticas y metas claras
- Buena relación con los empleados
- Enfocadas al entrenamiento
- A favor de la acción
- Sistema de medida consistente con objetivos
- Dirigido por el mercado

TPM es una filosofía a nivel compañía de administración del equipo, soportada por varias estrategias de desarrollo, entrelazadas entre sí para maximizar la Efectividad Total del Equipo y eliminar las pérdidas relacionadas con el mismo. TPM busca una relación efectiva entre la gente y el equipo. TPM involucra a todos los niveles, desde los altos directivos, hasta los operarios.

TPM es interfuncional, es decir, involucra a los departamentos de la empresa. Las actividades de TPM son llevadas a cabo por un pequeño grupo de personas trabajando en equipo.

Actividades del TPM en la planta:

1. Mejoras del Equipo.
2. Mantenimiento Autónomo.
3. Mantenimiento Planeado.
4. Entrenamiento.
5. Administración Temprana del Equipo.

Metas del TPM

- Cero demoras no Planeadas
- Cero Pérdidas por Baja Velocidad
- Cero defectos
- Cero Accidentes
- Mínimo Costo de Ciclo de Vida

Las Actividades de TPM están basadas en una estrategia de entrenamiento y educación extensiva. Especialmente para el mantenimiento Autónomo

3.2.5 Tooling (Herramental)

Esta división de mantenimiento es muy importante ya que es la responsable de la Diseño y fabricación de piezas para herramientas tales como, dados, troqueles, moldes, dispositivos, utillajes, etc. Cualquier cosa que tenga que ver los utillajes para producción. Al igual que mantenimiento puede dar soporte a otras áreas como Procesos, Calidad, Producto, etc.

Esta disciplina hecha mano directamente del diseño mecánico, el diseñador de herramental o herramientas debe ser capaz según su área de resolver problemas de fabricación en conjunto con el ingeniero de procesos, es decir ya teniendo el diseño del producto, "Tooling" comenzara la fabricación de los herramentales necesarios para la fabricación de tal pieza.

El diseñador de herramientas echa mano del dibujo técnico para representar sus ideas en papel, además debe de poseer conocimientos sólidos de mecánica e ingeniería de manufactura.

La responsabilidad del diseñador son:

- Diseño de herramientas o dispositivos para la producción
- Mejoras de métodos de fabricación trabajando en conjunto con el ingeniero de procesos.
- Administración y control de los dibujos técnicos de las herramientas
- Búsqueda e innovación de nuevos procesos de manufactura

Aunque parecen cortas las responsabilidades la verdad resultan muy retadoras pues cada una a diferencia de las otras responsabilidades de otros departamentos, es que son objetivos donde el ingenio y el talento de cada persona salen a relucir.

El trabajo del diseñador puede ser ejercido de manera independiente a la empresa es decir un taller de servicios de ingeniería que preste servicios a varias empresas, sin embargo lo más conveniente es que el departamento de

tooling este incorporado a la empresa, todo depende del enfoque de la empresa.

Generalmente los departamentos operativos como producción, calidad, procesos tienen su lugar cerca del piso de producción, tooling no necesariamente pues la naturaleza es diferente a los demás, entre todas las oficinas destaca la de tooling u oficina técnica, cuya finalidad es el estudio técnico y la delineación o diseño de los dispositivos para la producción, en esta oficina se debe tener la información técnica y el personal capacitado para la realización de tales estudios así como medios y personal aptos para dibujar los planos y redactar la documentación necesaria para la ejecución del trabajo en el taller de maquinado. En los talleres de maquinado que se dedican a la fabricación de piezas, la oficina técnica no es necesaria, ya que los talleres trabajan con planos y documentación propios de los clientes. Si el taller es pequeño, la oficina técnica queda reducida, generalmente a un solo dibujante o un número muy pequeños de ellos que trabajan bajo la iniciativa y dirección del director técnico del taller. En la oficina o departamento de tooling se confeccionan los planos de los dispositivos a fabricar siguiendo las normas y formatos establecidos como se muestra en la figura 3.4.1 y 3.4.2

TABLA 3.4.1 Mediadas, planos y formatos mas usuales

<i>Formatos según DIN 476 serie A</i>	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
<i>Originales y copias cortados (formato final)</i>	841 x 1189	594 x 841	420 x 594	297 x 420	210 x 297	148 x 210	105 x 148
<i>Margen de la escritura</i>	10	10	10	10	10	10	10
<i>Dibujos sin cortar</i>	880 x 1230	625 x 880	450 x 625	330 x 450	240 x 330	165 x 240	120 x 165

El proyectar una pieza, un mecanismo o una maquina no es algo que pueda hacerse tan fácil, si se realiza encerrado en una oficina, por mas que se disponga de planos y de libros, normas y documentación en general. Es absolutamente necesario, un contacto con los elementos de construcción de que se dispone: un buen diseñador no solo proyecta una pieza o mecanismo de forma y dimensiones adecuadas para la función que ha de cumplir, sino que la proyecta para ser construida fácilmente.

Como hemos mencionado antes se deben de tomar en cuenta los procesos de fabricación al momento del diseño por ejemplo; si se diseña una pieza embutida, habrá que tener en cuenta que el punzón de la prensa de embutir ha de entrar, pero inmediatamente salir; no puede diseñarse, pues, formas cóncavas que impidan salir al punzón.

En resumen la gran diversidad de aplicaciones para el diseño de utillajes, con sus formas y características tan variadas, hace que no sea tan fácil la operación de preparar el trabajo, esta es una especialidad en la que se aprende algo nuevo cada día y difícilmente pueden darse reglas rígidas y generales.

Podemos decir que los factores mas importantes a considerar al momento de diseñar un pieza o mecanismo son:

- La forma (el diseño, va íntimamente ligado al funcionamiento)
- Las dimensiones (Tolerancias dimensionales, superficiales y geométricas para exigencias en la precisión en los trabajos).
- Material (Acero comercial, grado herramienta, Nylamid, aleaciones, depende su aplicación).

3.2.6 Procesos de Maquinados.

En la profesión del diseñador de herramientas el maquinado de metales es casi imprescindible conocerlo ya que es el diseñador que define cuantos y que tipo de acabado, maquinado y hasta que herramienta usar al momento de la fabricación de la pieza.

El punto de partida de los procesos de manufactura modernos puede acreditársele a Eli Whitney con su maquina despepitadora de algodón, sus principios de fabricación intercambiables o su maquina fresadora, sucesos todos ellos alrededor de 1880. También en aquella época, aparecieron otros progresos industriales a consecuencia de la Guerra Civil en Estados Unidos de América que proporciono un gran impulso hacia los procesos de manufactura, En Inglaterra se lograban grandes avances al desarrollarse maquinaria como el cepillo y las perfiladoras por los años 1800 y 1835, sin embargo de haber trascurrido ya mas de un siglo las maquinas herramientas tales como el torno, la fresa, el taladro siguen conservando el mismo diseño básico de sus antepasados.

Los procesos de maquinado son una familia de procesos (torneado, fresado, taladrados, otros.) conformando el padre de todos los demás procesos de manufactura tales como formado y transformación de materiales, ya que directa o indirectamente necesitan del maquinado para ser posibles los dados o los mecanismos necesarios para la producción.

En general el maquinado es un proceso de manufactura en el cual se usa una herramienta de corte para remover el exceso de material de una parte de trabajo, de tal manera que el material remanente sea la forma de la parte deseada.

El maquinado se puede aplicar a una amplia variedad de materiales de trabajo. Prácticamente todos los metales sólidos se pueden maquinar. Los plásticos se pueden cortar también por maquinado. Los cerámicos se dificulta por su alta dureza y fragilidad; sin embargo, la mayoría de los cerámicos se pueden cortar mediante procesos de maquinado abrasivo.

El maquinado se puede usar para generar cualquier forma regular, como superficie planas, agujeros redondos y cilindros. Combinando varias operaciones de maquinado en secuencia se pueden producir formas de complejidad y variedad ilimitada, con la introducción de los centros de maquinado prácticamente es posible maquinar cualquier forma geométrica.

El maquinado puede producir dimensiones con tolerancias muy estrechas de menos de 0.0001 pulg. (0.025mm). Es mucho más preciso que otros procesos de manufactura.

Las maquinas herramientas están basadas en dos principios básicos Para remover la viruta se requiere movimiento esto se logra en la mayoría de las operaciones de maquinado por medio de un movimiento primario, llamado *VELOCIDAD*, y un movimiento secundario llamado *AVANCE*. La forma de la herramienta y su penetración en la superficie del trabajo, combinada con el movimiento, produce la forma deseada de la superficie resultante del trabajo.

Las maquinas herramientas no realizan del todo el trabajo sino que necesitan naturalmente de herramientas de corte que realizan el trabajo de remover la rebaba.

Una herramienta de corte tiene uno o más filos cortantes. El filo cortante sirve para separar una viruta del material de trabajo. Ligadas al filo cortante hay dos superficies de la herramienta:

La superficie de ataque y el flanco de incidencia. La superficie de ataque que dirige el flujo de la viruta resultante se orienta en cierto ángulo llamado ángulo de ataque.

El flanco de la herramienta provee un claro entre la herramienta y la superficie de trabajo recién generada, de esta forma protege a la superficie de la abrasión que pudiera degradar el acabado. Esta superficie del flanco o de incidencia se orienta en un ángulo llamado; *Angulo de incidencia o de relieve*.

Un fluido para corte es un liquido que se aplica directamente a la operación de maquinado para mejorar el desempeño del corte. Los dos problemas principales que atienden los fluidos para corte son:

1. La generación de calor en la zonas de corte y fricción
2. Fricción en las interfases herramienta-viruta y herramienta-trabajo.

Además de la remoción del calor y la reducción de la fricción, los fluidos para corte brindan beneficios adicionales como: remover las virutas, reducir la temperatura de la parte de trabajo para un manejo mas fácil, disminuir las fuerzas de corte y los requerimientos de potencia, mejorar la estabilidad dimensional de la parte de trabajo y optimizar el acabado.

De acuerdo a la generación de calor y fricción hay dos categorías generales de fluidos para corte: Refrigerantes, Lubricantes.

1 *Refrigerantes*: son fluidos para corte diseñados para reducir los efectos del calor en las operaciones de maquinado tienen efecto limitado sobre la magnitud de energía calorífica generada durante el corte pero extraen el calor que se genera, de esta manera se reduce la temperatura de la herramienta y de la pieza, y ayuda a prolongar la vida de la herramienta.

2 *Lubricantes*: son fluidos basados generalmente en aceite, formulados para reducir la fricción en las interfases herramienta-viruta y herramienta-trabajo. Hay muchas clases de operaciones de maquinado, cada cual es capaz de generar una cierta geometría y textura superficial.

Mencionaremos los tres mas comunes:

- Torno
- Fresa
- Taladro

Torno, como maquina herramienta el torno es quizás, junto con la fresadora, la maquina más importante del taller, en este tipo de maquina la pieza esta sometida a un movimiento de avance, que es paralelo al eje de rotación de la pieza.

El torneado, como todas las demás elaboraciones efectuadas con maquinas herramienta, consiste en arrancar del material viruta de la pieza a elaborar El giro rotatorio uniforme alrededor del eje de rotación permite el desprendimiento continuo y regular del material.

La fuerza necesaria para el arranque del material es trabajada por la pieza en elaboración mientras que la herramienta hace de reacción a esta fuerza, estando rígidamente fijada al portaherramientas.

- *Movimiento de Corte*; es el principal y que permite el corte del material. Se trata del movimiento giratorio que posee la pieza en la elaboración de la misma.

- *Movimiento de Avance*; es el movimiento rectilíneo que posee la herramienta y que presiona a lo largo de la superficie de trabajo para encontrar siempre nuevo material que arrancar.
- *Profundidad de pasada*; es el movimiento que determina la profundidad de giro, situando el útil en el interior de la pieza, regulando la profundidad de parada y por consiguiente el espesor de la viruta.

Operaciones que pueden ser realizadas en el torno:

1) *Achaflanado*: El borde cortante de la herramienta se usa para cortar un ángulo en la esquina del cilindro y forma lo que se llama un "Chaflán".

2) *Tronzado*: La herramienta avanza radialmente dentro del trabajo en rotación, en algún punto a lo largo de su longitud, para trozar el extremo de la parte. A esta operación se le llama algunas veces partido.

3) *Roscado*: Una herramienta puntiaguda avanza linealmente a través de la superficies externa de la parte de trabajo en rotación y en dirección paralela al eje de rotación, a una velocidad de avance suficiente para crear cuerdas roscadas.

4) *Perforado*: Una herramienta de punta sencilla avanza en línea paralela al eje de rotación, sobre el diámetro interno de un agujero existente en la pieza.

5) *Taladrado*: El taladro se puede ejecutar en un torno, haciendo avanzar la broca dentro del trabajo rotatorio a lo largo de su eje.

6) *Moletado*: Esta no es una operación de maquinado porque no involucra corte de material, es una operación de formado de metal que se usa para producir un rayado regular o un patrón en la superficie de trabajo.

7) *Careado*: La herramienta se alimenta radialmente sobre el extremo del trabajo rotatorio para crear una superficie plana.

8) *Torneado ahusado o cónico*: En lugar de que la herramienta avance paralelamente al eje de rotación del trabajo, lo hace en cierto ángulo creando una forma cónica.

9) *Torneado de contornos*: En lugar de que la herramienta avance a lo largo de una línea recta paralela al eje de rotación como en torneado, sigue un contorno diferente a la línea recta, creando así una forma contorneada en la parte torneada.

10) *Torneado de Formas*: En esta operación llamada algunas veces formado, la herramienta tiene una forma que se imparte al trabajo y se hunde radialmente dentro de la pieza de trabajo.

Tipos de tornos:

- 1) ***Torno para herramienta y torno de velocidad***: Estos dos tornos están estrechamente relacionados con el torno mecánico. El torno para herramientas es mas pequeño y tiene mas velocidades y avances disponibles. Se construye también para precisiones mas altas en concordancias con su propósito de fabricar componentes para herramientas, accesorios y otros dispositivos de alta precisión.

- 2) **Torno de velocidad:** es mas simple en su construcción que el torno mecánico. No tiene carro ni cursor transversal ni tampoco tornillo guía para manejar el carro. El operador sostiene la herramienta de corte usando un sostén fijo en la bancada del torno. Las velocidades son mas altas en el torno de velocidad, pero el numero es limitado. Las aplicaciones de este tipo de maquina incluyen el torneado de madera, el rechazado de metal y operaciones de pulido.
- 3) **Torno revólver:** Un torno revolver es un torno operado manualmente en el cual el contrapuntose ha reemplazado por una torreta que sostiene hasta seis herramientas de corte. Estas se ponen rápidamente en acción frente a la pieza de trabajo, una por una girando la torreta. Dada la capacidad de cambios rápidos de herramientas, el torno revolver se usa para trabajos de alta producción que requieren una secuencia de operaciones.
- 4) **Torno de mandril:** Como su nombre lo indica, este torno usa un mandril en el husillo para sostener la parte de la pieza de trabajo. El contrapunto esta ausente en esta maquina. La dispocion de la operación es similar al torno revolver, excepto que el avance de las herramientas se controlan mas en forma automática que mediante un operador. La función del operador es cargar y descargar las partes.
- 4) **Maquina de barra Automática:** Una maquina de barra automática es similar al torno de mandril, excepto que se usa

una boquilla en lugar de un mandril, la cual permite alimentar barras largas a través del cabezal en posición de trabajo.

5) Tornos CNC: La secuencia y la actuación de los movimientos en las maquinas de tornillos y de mandril se han controlado tradicionalmente por medio de plantillas y otros dispositivos mecánicos. La forma moderna es el control numérico computarizado CNC es un medio sofisticado y muy versátil de control, que ha conducido al desarrollo de maquinas herramientas capaces de ciclos de maquinado y formas geométricas mas complejas y alcanzar niveles mas altos de operación y producción.

Fresa, El fresado es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una parte de trabajo enfrente de una herramienta cilíndrica rotatoria con múltiples bordes o filos cortantes en algunos casos se usa herramienta con un solo filo cortante llamado cortador volante, el eje de rotación de la herramienta cortante es perpendicular a la dirección de avance.

Tipos de Fresado:

A) Fresado Periférico.

B) Fresado frontal.

Fresado Periférico; también llamado fresado plano, el eje de la herramienta es paralelo a la superficie que se esta maquinando y la operación se realiza por los bordes de corte en la periferia exterior del cortador.

Fresado Frontal; En el fresado frontal, el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo y el maquinado se ejecuta por los bordes o filos cortantes del extremo y la perifera de la fresa.

Taladro, El taladro es una operación de maquinado que se usa para crear agujero redondos en una parte de trabajo. El taladrado se realiza por lo general con una herramienta cilíndrica rotatoria, llamada broca.

Operaciones realizadas por el taladro

- *Escariado:* Se usa para agrandar ligeramente el agujero, suministrar una mejor tolerancia en su diámetro y mejorar su acabado superficial.
- *Roscado Interior:* Esta operación se realiza por medio de un machuelo realizando una rosca interior en un agujero existente.
- *Abocardado:* En el abocardado se produce un agujero escalonado en el cual un diámetro mas grande sigue a un diámetro mas pequeño parcialmente dentro del agujero.
- *Avellanado:* Es una operación similar al abocardado salvo que el escalón en el agujero tiene forma de cono para tornillos y pernos de cabeza plana.
- *Centrado:* Se taladra un agujero inicial para establecer con precisión el taladrado.
- *Refrentado:* Es una operación similar al fresado que se usa para suministrar una superficie maquinada plana en la parte de trabajo en una área localizada.

Capítulo 4

Fundamentos de Ingeniería Industrial

4.1 Fundamentos de líneas de ensamble

En este capítulo trataremos la importancia de las líneas de ensamble y como se realizan tales, cabe mencionar que estos conceptos son teóricos generales y que al ser aplicados deben de ser ajustados según a cada necesidad y requerimiento.

Las líneas de ensamble o producción son un tema importante en los sistemas de manufactura cuando se van a realizar grandes cantidades de productos idénticos o similares, las líneas de ensamble se requieren esencialmente para realizar en la parte o producto que requiere mucho pasos separados, es decir el trabajo total se divide en tareas pequeñas y se asignan trabajadores o maquinas para realizar estas actividades con gran eficiencia.

Las líneas de ensamble se dividen en tres tipos:

- Líneas manuales
- Líneas semi-automáticas

- Líneas automáticas

Una línea de ensamble la forman una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a la siguiente y en cada posición se realice una parte del trabajo total.

La velocidad de producción de la línea se determina por medio de su estación mas lenta las estación mas rápidas, llegarán a verse limitadas por la estación mas lenta, que representa el cuello de botella.

Generalmente la transferencia del producto a lo largo de la línea se realiza mediante un dispositivo mecánico o sistema de transporte, aunque algunas líneas manuales simplemente pasan el producto a mano de una estación a otra.

Las líneas de ensamble se asocian con la producción masiva. Si las cantidades del producto son muy grandes y el trabajo se va dividir en tareas separadas que puedan asignarse a estaciones de trabajo individuales, una línea de producción es el sistema de manufactura mas apropiado como se muestra en la figura 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.4

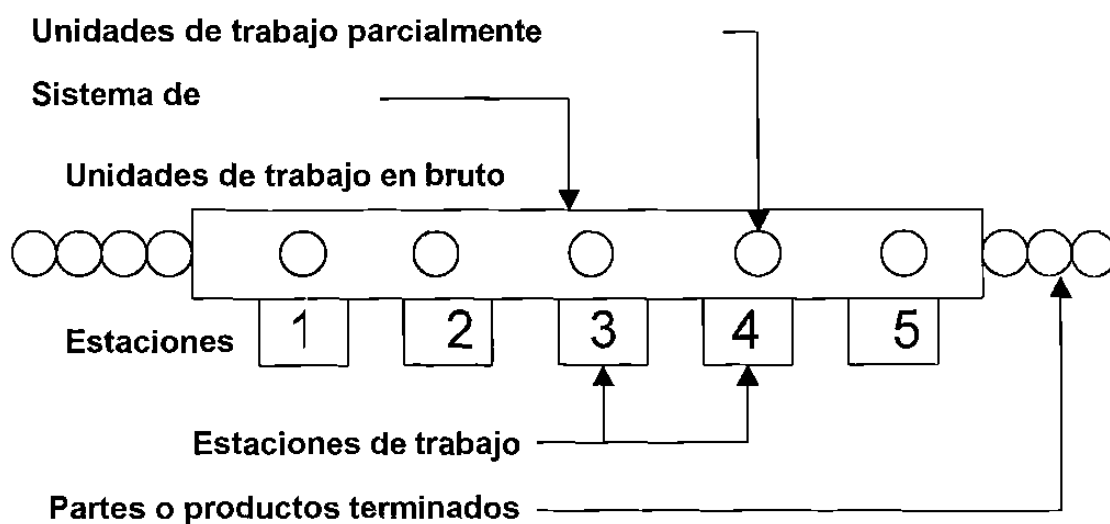


Figura 10.1.1 Clásica arquitectura de una línea de producción

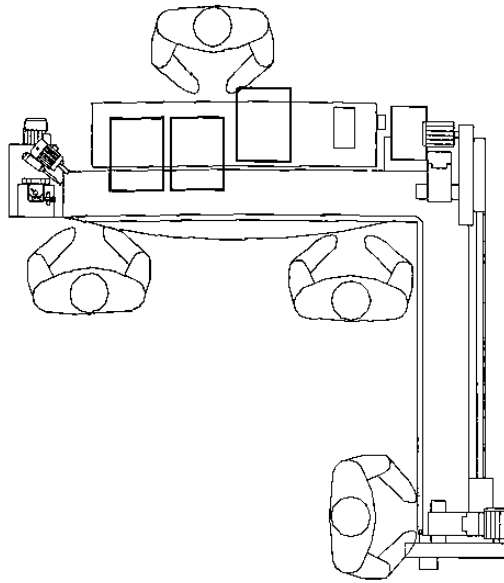


Figura 10.1.2 Otro tipo de arquitectura de línea o celda de manufactura teniendo en forma de "L" ó "U". Este tipo de arquitectura son muy usados en las fabricas donde se utiliza una manufactura flexible, ya que la ventaja de estas lineas es que son diseñadas para fabricar productos estando las 4 personas presentes o solo dos dependiendo el volumen requerido.

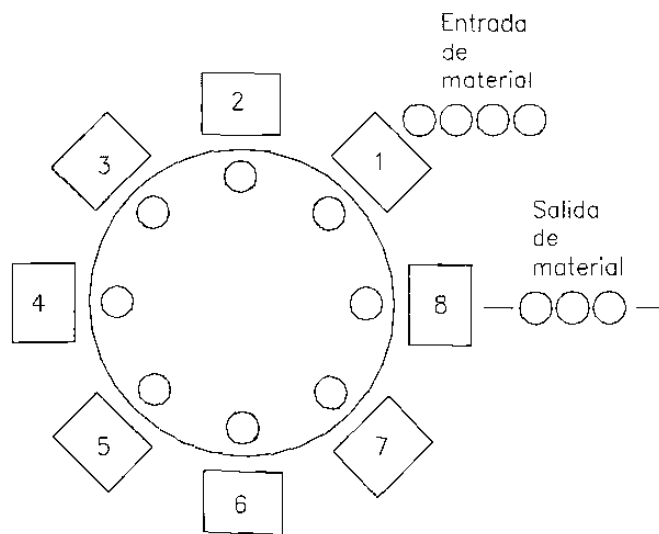


Figura 10.1.3 Otro tipo de arquitectura de línea o celda de manufactura teniendo forma de "0" usada comúnmente para altos volúmenes de producción.

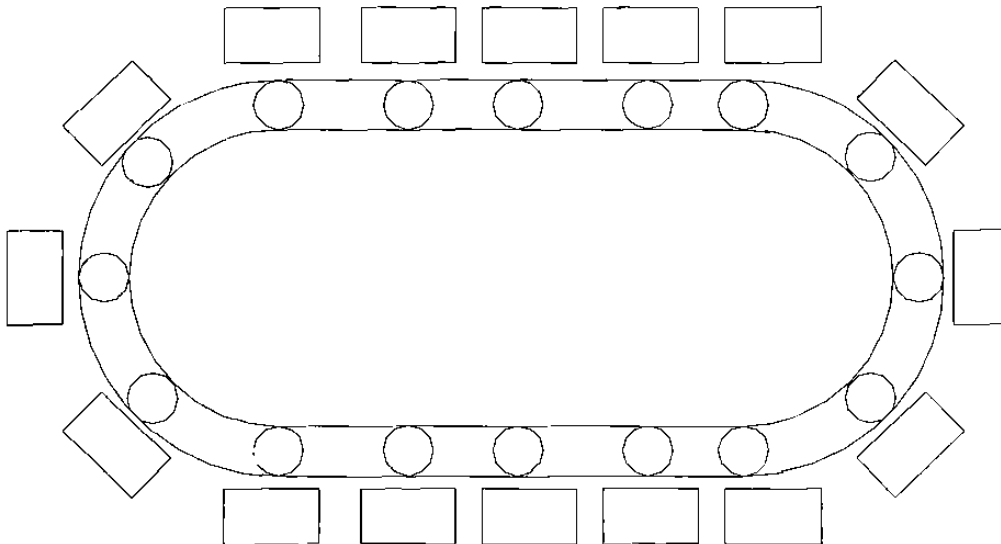


Figura 10.1.4 Otro tipo de arquitectura de línea o celda de manufactura teniendo forma conocida como carrusel usada comúnmente también para altos volúmenes de producción y cuando un producto lleva muchos ensambles.

4.1.1 Cambios de Modelo

Las líneas de ensamble generalmente se diseñan para enfrentar las variaciones en los modelos de los productos siempre y cuando las diferencias entre los modelos no sean tan grandes. En términos de la capacidad de la línea de producción se distinguen tres tipos:

- *Línea de modelo único*; esta línea solo produce un modelo y no hay variaciones en el, por lo tanto las tareas que se realizan en cada estación son iguales.
- *Línea de modelo por lote*; se diseñan para producir dos o mas modelos en la misma línea, pero se usa diferente enfoque para

enfrentar las variaciones. Es decir produce cada modelo en grandes cantidades.

- *Línea de modelo mixto*; en una línea como esta se producen varios modelos también a diferencia que los modelos se entre mezclan en la misma línea, en lugar de producirse por lotes.

Muchos productos de consumo se ensamblan en líneas de modelo mixto. Los ejemplos principales son los automóviles y los aparatos eléctricos, que se caracterizan por variaciones significativas entre modales y las opciones disponibles.

Las ventajas de una línea de modelo mixto sobre una línea de modelo por lotes son:

1. Se reduce el descanso de los tiempos entre modelos
2. Se evitan inventarios altos de algunos modelos cuando hay escasez de otros.
3. las velocidades de producción y las cantidades de los modelos aumentan y descienden de acuerdo con los cambios en la demanda.

4.1.2 Métodos de transporte de trabajo

Hay distintas formas de mover las unidades de trabajo de una estación a la siguiente. Las dos categoría básicas son manual y mecánica.

Métodos manuales de transporte; los método manuales implican pasar las unidades de trabajo entre las estaciones en forma manual. Estos métodos se asocian con las líneas de ensamble manual. En algunos casos, el producto de cada estación se recopila en una caja o una charola de carga, cuando la caja está llena, se mueve a la siguiente estación. En otros casos, las unidades de trabajos se mueven en forma individual a lo largo de una tabla plana o un transportador con rodillos que simplemente cuando el operario termina el

trabajo la empujara a la siguiente estación. Un gran problema asociado con el método manual de transporte de trabajo es la dificultad para controlar la velocidad de producción en la línea. Los trabajadores tienden a trabajar a un ritmo más lento, a menos que cuenten con medio mecánico que les marque el ritmo.

Métodos mecánicos de transporte; estos sistemas mecánicos con energía para mover unidades de trabajo a lo largo de una línea de producción. Estos sistemas incluyen dispositivos para levantar y cargar, mecanismos para levantar y colocar, transportadores tales como; transportadores de cadena colgante, cinta transportadoras y transportadoras de cadena de piso, etc.

Los sistemas más convencionales en los transportadores:

1. *Los sistemas continuos;* consiste en un transportador que se mueve continuamente y opera a una velocidad constante
2. *Sistemas sincrónicos;* las unidades de trabajo se mueven simultáneamente entre las estaciones con movimiento rápido y discontinuo, estos sistemas se conocen como transferencias intermitente.
3. *Sistema asincrónicos;* permite que cada unidad de trabajo salga de la estación actual cuando se termina el procesamiento. Cada unidad se mueve en forma independiente y no en forma sincrónica.

4.1.3 Determinación mínima de estaciones

El problema en decidir si construir una línea de ensamble o no obedece siempre al factor demanda, las líneas de ensamble se usan para productos con alta demanda. Este cálculo es muy sencillo suponiendo que nuestro problema es diseñar una línea de modelo único que satisfaga la demanda anual de un producto determinado. Se deben de decir cuantos turnos de trabajadores por semana operara la línea y la cantidad de horas por turno. Si suponemos que

son 50 semanas laborables por año, entonces la velocidad de producción requerida por hora de la línea se puede determinar:

$$RP = DA / 50 SH$$

En Donde Rp = velocidad promedio real, en unidades/hr; Da = demanda anual del producto, en unidades año; S = cantidad de turnos por semana; y H = hr/turno. Si la línea opera 52 semanas en lugar de 50 entonces $Rp=Da/52SH$, el tiempo de producción promedio correspondiente por unidad es el recíproco de Rp . Es decir que:

$$TP = 60 / RP$$

Donde Tp = tiempo de producción promedio real convertido a minutos. Tomando en cuenta la realidad, la línea no este disponible para todo el tiempo proporcionado mediante $50SH$, debido a que los problemas de confiabilidad provocan tiempo perdido. Estos problemas de confiabilidad incluyen fallas mecánicas y eléctricas, desgaste de herramienta, interrupciones de corriente y desajustes del funcionamiento similar. Tomando en cuenta todos estos factores, la línea debe de operar a un tiempo más rápido que Tp para compensar estos problemas, si por ejemplo E = eficiencia de la línea, la cual es la proporción del tiempo de la línea, entonces el tiempo de ciclo Tc se obtiene mediante:

$$TC = ETP = 60E / RP$$

La cantidad mínima debe de interpretarse como un valor ideal pues su obtención en la práctica real es improbable por las siguientes razones:

- *Balance imperfecto*; es casi imposible equilibrar cada una de las estaciones al 100%, siempre habrá estaciones con mas carga de trabajo.

- *Variabilidad del tiempo de tarea*; hay una variabilidad inherente e inevitable en el tiempo que requiere un trabajador para realizar algún ensamble determinado.
- *Tiempo perdido de reubicación*; se perderá algún tiempo de estación en estación debido a la reubicación del trabajo o el trabajador.
- *Nivel de cantidad de personal*; algunas estaciones manuales contarán con mayor personal que otras
- *Problemas de Calidad*; los componentes defectuosos y otros problemas de calidad producirán retrasos y repetición de retabajos.

4.2 Líneas de Ensamble Manual

Debido a la creciente demanda industrial desde sus inicios en Inglaterra y Estados Unidos, las líneas de ensamble manual fue descubrimiento importante en el crecimiento de la industria, en la primera mitad del siglo 20, Aun a la fecha es importante en la manufactura de productos ensamblados, incluyendo automóviles y camiones, productos electrónicos de consumo, aparatos para la cocina y lavandería, aparatos pequeños, herramientas y otros productos hechos a gran escala.

Una línea de ensamble manual consiste en múltiples estaciones de trabajo ordenadas en forma secuencial en las cuales los trabajadores ejecutan las operaciones de ensamble.

Con frecuencia se requiere un transportador de trabajo que contenga la parte durante su movimiento a lo largo de la línea. La base viaja por cada estación, en donde los trabajadores realizan tareas de ensamble que construyen el producto progresivamente.

En cada estación se añaden componentes a la parte base hasta que todo el contenido de trabajo se ha terminado cuando el producto sale de la estación final. Los procesos realizados en líneas de ensamble manual incluyen operaciones de ajuste mecánico, soldadura de puntos, soldadura blanda manual y juntas adhesivas.

4.2.1 Problemas del balanceo

Uno de los más grandes problemas al diseñar una línea de ensamble es el balance, en el cual se asignan tareas a trabajadores individuales para que todos tengan igual cantidad de trabajo. Se debe tomar en cuenta que la totalidad del trabajo que se va a realizar en la línea se proporciona mediante el contenido de trabajo. Este contenido de trabajo total se divide en elementos mínimos de trabajo racional, en donde cada elemento se relaciona al agregar un componente, unir varios o realizar alguna otra parte pequeña del contenido de trabajo total. Por naturaleza variable de los tiempos de trabajo no son iguales. Algunos trabajadores tendrán mas trabajo que otros. El tiempo de ciclo de la línea de ensamble se determina mediante la estación que tiene el tiempo de tarea mas largo.

Se puede pensar que aunque los tiempos de los elementos de trabajo son diferentes, debe ser posible encontrar grupos de elementos de trabajo son diferente, debe ser posible encontrar grupos de elementos cuyas sumas sean casi iguales. Lo que dificulta encontrar grupos es que hay varias restricciones del proceso, por ejemplo hay restricciones en el orden en que deben de ejecutarse el trabajo. Por decir que hay que taladrar un barreno antes que poder hacer una rosca a través de el. Un tornillo no podrá sujetar esta pieza si no va taladrada y roscada antes, esta clase de requerimientos en la secuencia del trabajo se denomina restricciones de presencia y hacen mas complicado el problema de balanceo. Estas y otras limitaciones hacen virtualmente imposible obtener un balance, los métodos que se utilizan para

solucionar el problema es designar trabajadores a otras estaciones y dar apoyo a las de mayor tiempo.

Una medida del tiempo ocioso total en una línea de ensamble manual se proporciona mediante la eficiencia del balance, definida como el tiempo total de contenido de trabajo dividido entre el tiempo total de servicio disponible de la línea. El tiempo de contenido de trabajo es la suma de todos los ensambles que se realizan en la línea. El tiempo de servicio en la línea es : Tiempo total de servicio = $w t$, donde w es la cantidad de trabajadores y t es el tiempo de servicio mas largo.

4.2.2 Otros factores de diseño

Al fabricar una línea de ensamble la cantidad de estaciones no necesariamente tiene que ser igual a cantidad de trabajadores, para productos grandes, es posible asignar a mas de un trabajador por estación, esta practica es muy usual en plantas de ensamble que construyen automóviles y camiones. Por ejemplo dos obreros en una estación pueden realizar tareas de ensamble en lados opuestos del vehículo, para saber la cantidad de operarios deben de ser es $M = w / n$.

En donde M = nivel de dotación de personal promedio para la línea de ensamble, w = cantidad de trabajadores en la línea, y n = cantidad de estaciones.

Otro factor que afecta a la dotación de personal es la cantidad de estaciones automatizadas, incluyendo estaciones que emplean robots industriales.

La automatización reduce el personal requerido en la línea, aunque aumenta la necesidad de personal técnico capacitado para dar servicio y mantener las estaciones automatizadas.

La industria automotriz y algunas electrónicas utiliza ampliamente estaciones de trabajo robóticas para ejecutar soldadura de puntos y pintura por aspersión en las carrocerías. Esto ayuda a operar sin cesar lo cual se traduce en una calidad de producción mas alta.

4.3 Producción automatizada

El sueño de toda fabrica es producir la mayor cantidad de artículos con los menos recursos posibles, suena muy agresivo y ambicioso pero quizás se este logrando cada vez mas con la introducción de la automatización, con la ayuda de la neumática, electrónica y mecatronica, etc, cada vez mas es posible realizar cualquier cosa o automatizar cualquier proceso con la ayuda de estas nuevas herramientas.

En las líneas de ensamble manual utilizan en algunas ocasiones sistemas mecánicos para transporte, sin embargo son operadas con trabajadores las horas correspondientes al turno de producción.

En una línea automatizada consiste en estaciones conectadas entre si a un sistema de transferencia de partes que las coordina. En una situación ideal, no existen los operadores en la línea, excepto para realizar funciones auxiliares tales como cambio de herramientas, cargar y descargar partes y reparación y mantenimiento. Las líneas automatizadas mas modernas a nivel mundial utilizan operación bajo control de una computadora.

Casi cualquier operación de ensamble tiende a ser relativamente mas sencilla de automatizar, pues en realidad el movimiento que realiza un operario es repetitivo ,lo cual facilita el diseño de los mecanismos de operación automatizados, por ejemplo la operación de poner una tapa a un artículo y atornillarlo, es solamente tomar la tapa posicionarla tomar el atornillador y montar la tapa, esta operación bien podría realizarla un brazo mecánico

gobernado por sensores y PLC. Las operaciones difíciles de automatizar son las que requieren muchos pasos así como la aplicación de juicio o capacidad sensorial humana, pues requiere de mucha más ingeniería para saber como suplantar a una persona que es inspectora y que a la vez aplica juicio de elección de que piezas son buenas o malas.

Las líneas de producción automatizadas se dividen en dos categorías básicas:

1. Las que realizan operaciones de procesamiento como maquinado
2. Las que realizan operaciones de ensamble

Las líneas de ensamble automático es una secuencia de estaciones de trabajo que ejecutan operaciones de procesamiento, con una transferencia automatizada de unidades de trabajo entre estaciones.

El desarrollo de tipo de líneas fue una extensión natural de las líneas de producción manual. En general, las líneas de transferencia son partes de equipo costoso, que en ocasiones llegan a valer millones de dólares, por se diseñan para trabajos que requieran grandes cantidades de partes.

Los sistemas de ensamble automatizado se dividen en:

1. Celdas de estación única
2. Celdas de estación múltiple

Las celdas de estación única generalmente se organizan alrededor de un robot industrial programado para realizar una secuencia de pasos de ensamble. Un solo robot no puede tan rápido como una serie de estaciones automatizadas especializadas, por lo que las celdas de estación únicas se usan para trabajos en un rango intermedio de producción. Las celdas de estación múltiple son más conveniente para producción alta. Se usan ampliamente para la producción masiva de partes pequeñas.

Capítulo 5

Planteamiento del Problema

5.1 Set up Primera pieza

En la empresa a donde sé esta enfocando este proyecto se laboran normalmente tres turnos de producción llamándolos (T1, T2, T3) y se considera un T4 que es el turno administrativo donde se incluye todo los empleados y personal no sindicalizado.

Al empezar un nuevo día el turno de producción en esta fabrica o como en muchas otras comienza también, el trabajo pero también comienzan los problemas, generalmente en cualquier fabrica que tenga un sistema de calidad implementado debe de arrancar la línea con el llamado concepto *Setup primera pieza*.

Este concepto consiste en acomodar a todos los operarios en los puestos de trabajo correspondientes acomodar el material y arrancar la línea fabricando solo una pieza, al terminar la pieza esta es sometida a chequeos a través de un *Checklist* en donde se enlistan todos los aspectos o especificaciones mas importantes a checar en el producto terminado estos pueden ser:

- Aspectos Visuales, correspondientes a características estéticas
- Aspectos Funcionales, correspondientes a características de función

El departamento de calidad es que le corresponde checar estas características de funcionalidad y estética, lo mas critico es cuando un producto posee características funcionales como por ejemplo; la fabricación de sistema de frenos, esto es algo muy critico pues si llegan a ensamblarse frenos con defectos esto podría ser de alto riesgo cuando estén en uso en el coche y podrían causar un accidente.

Las características estéticas no son tan relevantes como las funcionales, sin embargo se les presta la misma atención, esto es por ejemplo, fabricación y pintado de espejos retrovisores, pintado de cabinas, etc.

En nuestro caso la fabricación es tanto funcional como estética, pues al llegar la tarjeta electrónica de las maquinas SMT a la línea de ensamble en donde las operarias deben montarles componentes a las tarjetas electrónicas de los celulares estos componentes generalmente son:

- Bocinas
- Displays
- Cubiertas
- Recubrimientos adhesivos
- Botones, etc.

Si alguna pieza no llegase a pasar el control de calidad, inmediatamente se debe de detener la línea y determinar cual es el problema según la naturaleza del defecto.

Este tipo de chequeo “Setup primera pieza” es muy importante pues si el producto esta con defectos de calidad no se deja continuar la producción, las ventajas de esta herramienta son:

- Evitar scraps (desperdicios por defectos) no permitiendo que la producción continúe.
- Registrar problemas y llevar un bitácora de estos para ir erradicando cada uno de ellos.
- Ayuda a aportar ideas para la mejora continua

Las desventajas de Setup primera pieza es cuando no se tiene una eficiente fuerza de respuesta por parte de mantenimiento o procesos al momento de surgir un problema en donde los ajustes o reparación toman parte del problema esto se debe porque:

- Mala planeación de mantenimientos preventivos y predictivos.
- Los utillajes de las líneas de producción no cuentan con mecanismos eficientes de montaje y desmontaje y generalmente el técnico de mantenimiento tarda mas tiempo el desmontar la pieza que en repararla.

5.2 Problemas en cambios de modelos

Este es el gran problema al que se enfrentan todas las compañías de manufactura, pues ya que las líneas de producción son una clase importante en los sistemas de manufactura cuando se van a hacer grandes cantidades de productos idénticos o similares. Como por ejemplo están los productos ensamblados (los automóviles y los aparatos eléctricos).

En una línea de producción o ensamble refiriéndonos a nuestra compañía esta compuesta por estaciones de trabajo en las cuales esta repartido el trabajo a operarios y/o maquinas para realizar estas actividades con eficiencia.

Las líneas de ensamble o producción se dividen en tres tipos básicos conocidas como:

- Líneas de ensamble manual
- Líneas de ensamble automatizadas
- Líneas de ensamble Híbridas

Una línea de producción esta compuesta por una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a otra y en cada posición realice un parte del trabajo total. La desventaja que ahora se presenta es:

- *Baja calidad en utillajes (a veces provocan daños en los productos)*
- *Tardanza en realizar los cambios de modelo*

Sin embargo la velocidad de producción de la línea es determinada por la estación mas lenta, ya que las estaciones con ritmos mas rápidos, llegan a verse limitados por la estación mas lenta, que representa el cuello de botella.

La transferencia de un producto a lo largo de la línea generalmente se realiza a través de un dispositivo de transferencia mecánica o sistema de transporte, aunque algunas líneas manuales simplemente trasladan el producto manualmente de una estación a otra.

Las líneas de producción deben diseñarse para enfrentar el problema de cambios de modelos en los productos siempre y cuando las variaciones no sean tan grandes. En términos de capacidad se reconocen tres tipos de líneas:

- Línea de modelo único
- Línea de modelo por lote
- Línea de modelo mixto

Para las líneas de modelo único solo existe un solo tipo de línea de ensamble pero para las estaciones de trabajo se preparan para producir la cantidad necesaria del modelo y después se reconfiguran para la fabricación del modelo siguiente esto requiere cambios de utillajes (fixtures, gages, dados, troqueles, etc) lo cual si no se hace en un tiempo corto entonces pega a lo que se llama tiempo de producción perdido, que es problema que mas enfrentamos.

Una línea de producción de modelos mixtos debe ser preparada para fabricar si es posible mas de dos modelos pero esto debe ser tomado muy en cuenta con un análisis profundo ya puede ocurrir que la línea no pueda dar capacidad suficiente de producción, los puntos a considerar en este tipos de línea son:

- Los componentes de deben ser los mas parecido posible en cuanto forma y cantidad, pues esto determina la cantidad de utillajes a usar
- Poder tener control lo máximo posible entre cada operación para evitar mezclas de componentes de un producto y otro.

Se debe de contar con cambios de modelos rápidos los cuales aseguren la calidad y el tiempo de producción requeridos por el cliente. Las ventajas de contar con un eficiente sistema de cambios de modelo rápido son:

- Se reduce el descenso de los tiempos entre modelos.
- Se evitan errores y confusiones entre modelos.
- Las velocidades de producción y las cantidades de los modelos aumentan.

En esta compañía se posee diversas tipo de líneas de ensamble desde modelo único hasta modelo mixto.

5.3 Formas deficientes de uniones

El problema al que nos enfrentamos como ya lo hemos mencionado antes es el cambio de modelo sin tener que perder mucho tiempo en el cambio de un modelo a otro, esto puede ser resuelto llevando un sistema eficiente de cambios rápidos, recordemos que:

- Los costos de mantenimiento representan entre el 15% y el 40% de los costos totales de Manufactura en la actualidad.
- Los trabajos de mantenimiento por emergencia resultan al menos 3 veces más caro que el mismo trabajo realizado en forma planeada.

El mayor costo que se tienen que pagar de manufactura es el tiempo. Pues es el factor esencial que se juega cada vez que hay problemas, hay muchos

factores que entorpecen la producción, pero haremos hincapié en el punto de cambios de herramental.

Para empezar este punto definiremos que es un herramental:

Un herramental es conocido como utillaje, fixture, jig o tooling en cualquiera de estas formas la función que cumple este elemento en la actividades diaria en la compañía es muy importante; ya que son los dispositivos o conjunto de elementos que sirven para ensamblar, montar o fabricar el producto final que se desea.

- Si hablamos de fabricar son lo que conocemos como dados para fabricación tales como; troqueles, moldes de inyección, boquillas para la extrusión, utillajes para corte o soldadura.
- Si hablamos de ensamble son lo que conocemos como fixtures o jigs, plantillas de posición, gages, dispositivos para ensamble estos pueden ser mecanismos manuales o automatizados.

Muchos de los herramentales que son hechos para manufactura no son pensados para el desensamble y ensamble rápido, incluso solo cumplen su función pero, muchas a veces los diseñadores no toman en cuenta el factor mantenimiento.

Esto trae como consecuencia:

- Perdida de tiempo de producción por no contar con un sistema de desensamble y ensamble rápido.
- Si el problema no es resuelto a tiempo aumento de mantenimientos correctivos e implementaciones

improvisadas por querer ahorrar tiempo en perder mas tiempo, etc.

En la industria electrónica ocurre mucho este tipo de problemas, ya que cuenta mucho con la experiencia de la tecnología electrónica, pero es muy débil en cuestiones de mecanismos básicos, incluso la mayoría de las maquiladoras no cuentan con talleres de torno equipados como las otras industrias metal-mecánica, lo cual complica mas la situación.

Una solución que se encuentra fácil y rentable es el llamado *Outsourcing* que no es nada mas que el sub-contrato de servicios de ingeniería con los cuales no cuenta la fabrica. Sin embargo esta solución a veces deja mucho que desear pues no siempre los proveedores realizan los trabajos de ingeniería como el usuario quisiera que fueran.

En siguiente capitulo expondremos y analizaremos los principales problemas de la mayoría de los utillajes que se utilizan en la industria electrónica que será nuestro foco de atención a partir de ahora.

5.4 Explicación y Análisis de utillajes usados en la Electrónica

En la industria electrónica como en toda compañía de manufactura de clase mundial se necesitan utillajes que ayuden a la manufactura de artículos o electrónicos que serán puestos a disposición de los usuarios o clientes finales.

Estos utillajes son comúnmente conocidos como:

Si son de montajes de componentes (SMT):

- Mesas de Vacío (a)

- Fixtures para soldadura de pasta (b)
- Platos para corte de tarjetas (c)

Si son de ensamble final de piezas:

- Fixtures de Ensamble mecánicos manuales y automáticos.
(d)
- Fixtures de medición (e)
- Fixtures de Pruebas o testing (f)

a) Mesas de Vacío; estos fixtures sirven para sostener los panales en las maquinas de montaje superficial

b) Fixtures para soldadura de pasta; estos fixtures están fabricados en baquelita y placas de fibra de vidrio para soportar el calor al cual esta sometido, sirven como sostén de componentes para que pueden ser soldados con facilidad.

c) Placas para corte de Tarjetas; estos fixtures son usados para sostener tarjetas en un panel y ponerlas en un sistema de coordenadas que cortara los sobrantes de la tarjeta a través de un control numérico.

d) Fixtures de ensamble mecánico manual y automático; estos dispositivos son los que ayudan al ensamble de componentes finales, a veces estos fixtures son de función manual en donde ayudan al operario a ensamblar piezas o de acción automática para ensamblar los componentes sin ayuda del operador.

e) *Fixture de medición*; estos dispositivos son los que comúnmente se conocen como gages y su función es ser patrón para la medición de una cierta cota crítica determinada.

f) *Fixtures de pruebas o testing*; estos dispositivos son generalmente usados en el ensamble final de componentes en donde se prueban eléctricamente.

Capítulo 6

Análisis del Problema

6.1 Consecuencias por tiempos Muertos

6.1.1 Filosofía justo a tiempo.

El mayor desastre en la empresa de manufactura siempre han sido los tiempos muertos en las líneas de producción, estos son como problemas cancerígenos que si no son atendidos a tiempo pueden traer tantos problemas hasta llegar al cierre de la fabrica.

Tales problemas se deben generalmente:

- Mala planeación en la producción.
- Mala administración y control de los utillajes.
- Mantenimientos deficientes que ocasionen paros de líneas.

El sistema justo a tiempo es llamado una filosofía porque va mas allá del control del inventario y abarca al sistema de producción en su totalidad. *JIT* (*Just in time*) busca eliminar todas las fuentes de desperdicio, cualquier cosa

que no agregue valor en las actividades de producción para proporcionar la parte correcta en el lugar correcto y en el momento oportuno.

Cuando no se cuenta con una eficiente administración operativa como es nuestro caso en particular que son los cambios de modelos de herramientas que resultan ser demasiados tardados el montaje y desmontaje es entonces cuando comienza tomar valor todos los aspectos y conceptos de manejar una filosofía basada en la manufactura JIT. No estamos afirmando que es esto la total solución a nuestro problema (cambios de modelo) pero si es el punto de partida o referencia que nos puede ayudar a encontrar la mejor opción.

El sistema JIT se desarrollo en la Toyota Motor Company. La aplicación moderna del JIT se popularizo a mediados de los setenta en la Toyota por parte del Sr. Taiichi Ohno, entonces el concepto JIT fue transferido a Estados Unidos alrededor 1980, desde entonces, muchas de las mejores corporaciones en Estados Unidos han usado en sistema JIT, incluyendo aquellas que pertenecen a las industrias automotriz y electrónica.

El origen de las raíces del sistema JIT es atribuido aun medio ambiente Japonés en donde el espacio y los recursos naturales son escasos, entonces la filosofía JIT esta basada en estos puntos:

- Se considera el desecho y el reproceso como desperdicio.
- El almacenamiento en inventario desperdicia espacio y obstruye materiales valiosos.
- Cualquier cosa que no contribuye con valor al producto se considera como desperdicio.

- Los trabajadores están comprometidos a producir partes con calidad de justo a tiempo. Si no pueden deben de solicitar ayuda para realizar su trabajo como lo demanda la filosofía.

En nuestro caso se comienza realizando el programa Maestro y trabajando en retroceso desde el proceso de producción hasta los proveedores. El programa maestro o programa de ensamble final se planea de unos tres o cuatro meses de anticipación con el objetivo de permitir que los centros de trabajo o líneas de producción y proveedores planean sus respectivos programas de trabajos, dentro del mes en curso se ajusta el programa maestro diariamente, es decir, se produce la misma cantidad de producto diariamente durante el mes entero. La ventaja de esta clase de programa maestro es que proporciona demanda casi constante sobre todos los centros de trabajo y proveedores anteriores.

6.2 Sobre inventario de piezas o herramientas

Otra de los factores que merma la productividad es tener sobre inventario de piezas en producción al igual que herramientas para la producción, esto es porque se tiene dinero literalmente estancado que no produce utilidades, uno de las soluciones a estos problemas es el uso y la implementación de lo que se conoce como *Kanban*.

El propósito de Kanban es el de señalar la necesidad de mas partes y asegurar que esas partes se produzcan a tiempo para respaldar la fabricación subsecuente o el ensamble, únicamente la línea de ensamble final recibe un programa de la oficina de despacho. Todos los otros operadores de maquinas y proveedores reciben ordenes de producción (tarjetas Kanban), si la producción se debe detener por un tiempo en los centros de trabajo de los usuarios, los centros de trabajo de los proveedores también se detienen dado que no reciben

ordenes Kanban por mas material. el sistema Kanban es un sistema de control físico que consiste en tarjetas y recipientes figura 5.2.1.

Tales como se muestra en esta imagen.

Numero de parte _____			Proceso Anterior
Nombre de la pieza _____			
Capacidad de la caja	Tipo de caja	No. Movimiento	Proceso Subsedcuente

Figura 5.2.1 Esquema de Tarjeta KanBAN

El aspecto significativo del Kanban acerca del sistema Kanban es que es perceptible por naturaleza, todas las partes se colocan limpiamente en los recipientes de tamaño fijo, conforme se acumulan los recipientes vacíos, por otro lado, cuando todos los recipientes están llenos, la producción se detiene, el tamaño del lote de producción es exactamente igual al de un recipiente de partes.

Por otra parte no debe de abusarse del exceso en los inventarios de herramientas para mantenimiento y refacciones, pues solo causaran estorbo y es dinero que no esta produciendo utilidades, por eso solo debe contar con herramientas suficientes.

6.3 Aplicación SMED

Esta filosofía entra como una revolución en la manera de operar en los turnos de las plantas de producción cuando todo se pensaba que fabricar producto era una tarea que tomaba mucho tiempo, SMED vino a cambiar esta idea, vino a reestructurar los tiempos de fabricación y hacer a las empresas de manufactura mas competitivas.

Siempre cuando se emplea o se desarrolla un proceso, al fabricar nuevos componentes entre los principales detalles son los aspectos de valor y no valor agregado.

- *Valor agregado*; esto es una operación que transforma, convierte o cambia un producto el cual es apreciado por el cliente y esta dispuesto a pagar por el.
- *Valor no agregado*; son aquellas operaciones o actividades que consumen tiempo y recursos, pero que no agregan valor al producto, las cuales el cliente no están dispuestas a pagar por ellas.

En promedio casi todas las actividades en un proceso no agregan valor al producto. Siempre los esfuerzos de mejora se han enfocado en las actividades de Valor Agregado, siendo que necesitamos enfocarnos en las actividades sin Valor Agregado tales como:

- Defectos y re-trabajos
- Espera

- Inspección del proceso
- Tiempos muertos en los equipos
- Sobre producción
- Almacén o Inventario
- Transportación y manejo de inventarios

En resumen estas son las seis grandes pérdidas de tiempo en la operación de equipos en la industria electrónica:

- Fallas en el equipo
- **Arranques y ajustes**
- Paros menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Reducción de rendimiento

De todos estos puntos *Arranques y ajustes* es lo que hace perder mas tiempo al momento de la corrida de producción.

Estas son las ventajas de atacar este problema e implementar la aplicación de cambios rápidos:

- Reducir la necesidad de inventarios
- Incrementa la flexibilidad
- Permite una rápida respuesta a las necesidades de los clientes.

Tiempo de cambio de modelo; El tiempo entre la última pieza buena de una corrida y la primera pieza buena de la siguiente corrida, debe ser a una velocidad estándar, lo más pronto como sea posible. En nuestro caso carecemos de un eficiente cambio de modelo, pues existen algunos factores que mencionaremos:

- Los cambios no fueron diseñados con flexibilidad
- Las uniones entre dispositivos son muy deficientes
- No existe un plan de entrenamiento a los supervisores y técnicos
- En general los mecanismos de unión y diseños de fixtures y utillajes son deficientes.

Consejos para el cambio rápido paso a paso:

- 1.- Seleccione el Proceso de Cambio, donde el grupo se enfocara.
- 2.- Enlisten los miembros del equipo que participaran en la reducción del Tiempo de Cambio.
- 3.- Observe y registre los detalles del Proceso de Cambio que se sigue actualmente.
 - a) Liste cada elemento del Proceso de Cambio en la tabla de observación.

b) Tome el tiempo de cada elemento listado y registre el tiempo total en la tabla de observación.

c) Registre otros detalles/hechos observados con relación a cada elemento.

4.-Escriba un enunciado que describa la situación actual.

5.-Establezca un objetivo de mejora.

Hay que documentar los detalles cambio del proceso; La primera etapa de Mejora es documentar los detalles del proceso actual antes de hablar de mejorarlo. Necesitamos enfocarnos en definir el problema específico y sus detalles.

En el capítulo 8 de esta investigación daremos las propuestas oportunas a las necesidades de nuestro problema actual de cambios de modelos.

Capítulo 7

Propuesta y Presentación

7.1 Presentación de Bocetos

En la primera fase de esta tesis se abordó el problema desde un punto de vista analítico, recopilando información respecto al tema pero aun no llegando a una solución concreta.

En la segunda fase, que es la fase de diseño, se deberá de dar una mirada retrospectiva sobre los resultados y conclusiones analíticos y prevención de posibles errores.

A esta fase se le puede llamar también fase de intuición o de inspiración de ideas a partir de un nada aparente.

La elaboración de ideas es la reunión de las diversas posibilidades para la solución del problema, en este grado no hubo limitantes, se debe dar libertad a todas las posibles soluciones aunque parezcan fuera de la realidad. Lo que se debe tener son soluciones a través de bocetos para visualización de la solución correcta.

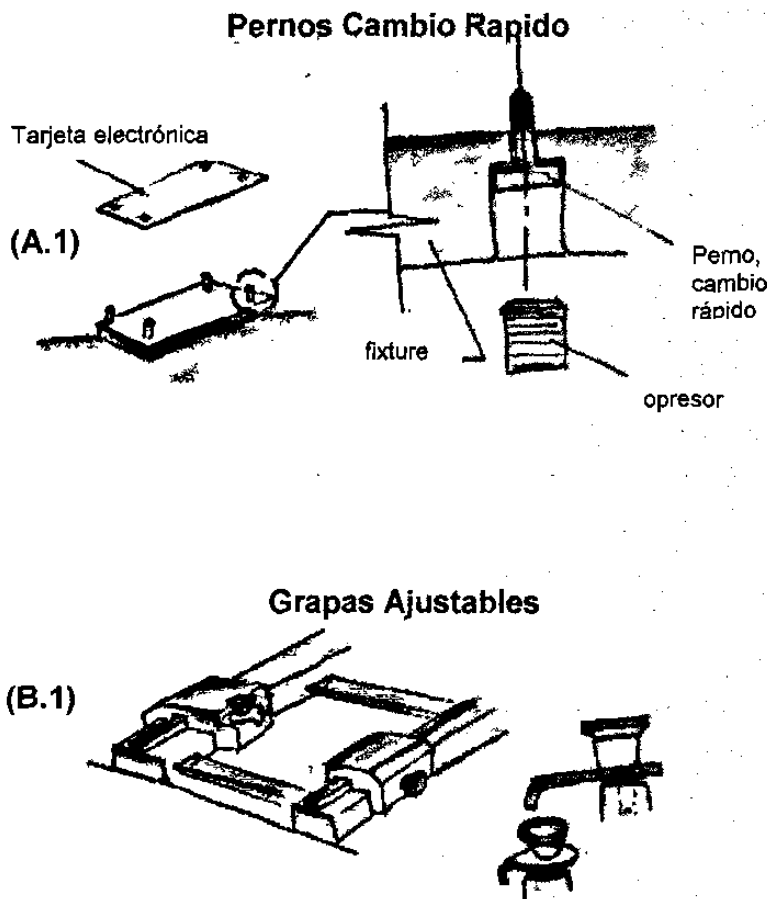
Existen una gran gama de puntos a considerar dependiendo del enfoque y giro de cada necesidad. Con estos puntos y dependiendo de los objetivos a perseguir es en donde se centrará el foco de atención y decisión.

Los problemas u objetivos a son:

- Cambio rápido eficiente.
- Ergonomía.
- Facilidad de Maquinado.
- Sistema Poka Yoka.

A continuación se presentaran los bocetos y la explicación de cada uno de ellos. La Figura 6.1.1 muestra

1. Fixtures (mecanismos) Sujetadores de Tarjetas



Problema No.1

En la Industria electrónica se utiliza mucho lo que llamamos fixtures sujetadores de tarjetas electrónicas, estos soportes sirven para sostener la tarjeta en alguna maquina soldadora o insertadora de componentes.

Solución No. 1

El Fixture (A.1) es para tarjeta simple y no es

ajustable se sujeta la tarjeta por medio de pernos que generalmente son fijos, pero al paso del tiempo y del uso van sufriendo desgaste y tienen que ser remplazados, la solución es hacer fixtures pero con pernos de recambio como muestra el boceto.

El Fixture (B.1) Es propuesto para ser usado en toda clase de tarjetas, además de ser ajustables como muestra el boceto.

Figura 6.1.1

2. Sujetadores de Tarjetas y Fixtures

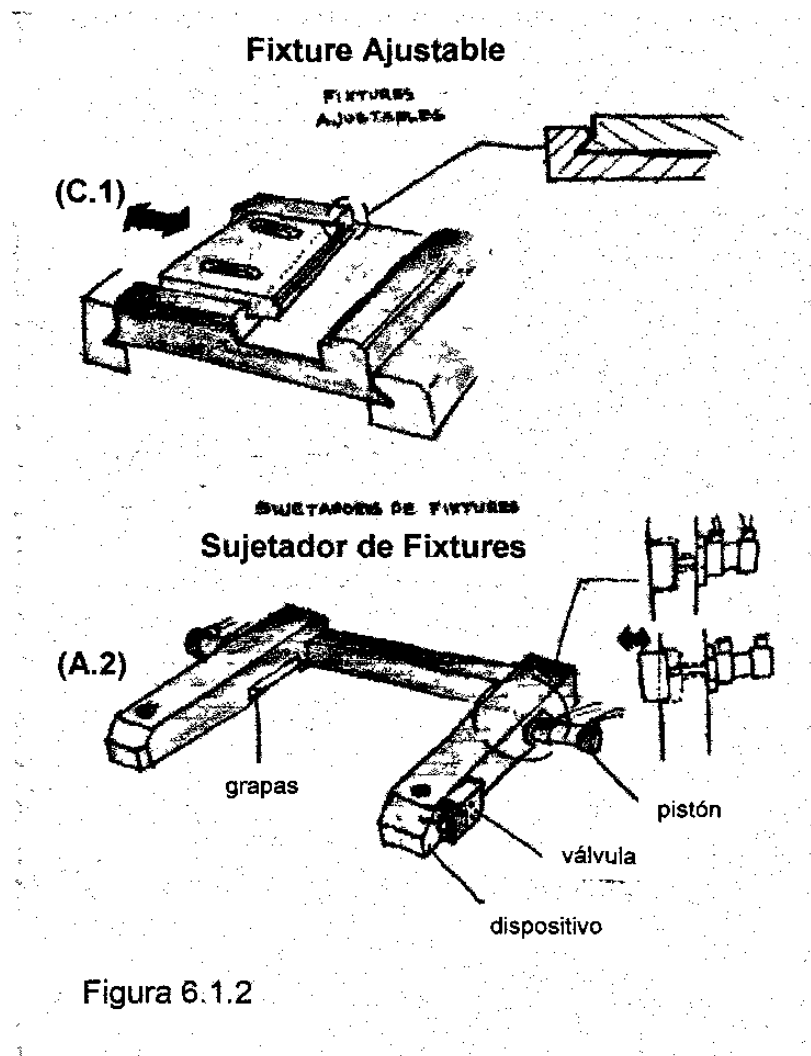


Figura 6.1.2

La Figura 6.1.2 muestra fixtures sujetador de tarjetas, y Dispositivo para sujetar fixtures.

El mayor problema en los cambios de fixtures son que la mayoría son fijos y diseñados para cada tamaño de tarjeta. El dispositivo Numero C.1 es un sistema para montar cualquier tipo de tarjeta de 178mm de ancho.

Fixture (C.1) es un sistema propuesto para sujeción de

tarjetas grandes con la ventaja de ser ajustable. **Problema No.2** En la industria electrónica en las líneas de montaje, los fixtures como los de las Figuras 6.1.1 y 6.1.2 son sujetados con tornillos o cinta doble cara lo cual hace perder mucho tiempo para el cambio de herramienta y mantenimiento. **Solución No.2** **Fixture (A.2)** es un dispositivo propuesto para sostener cualquier tipo de herramienta para el ensamble de componentes. Es una base encajonada con dos pistones laterales y una válvula de paso que, al activar los pistones se mueven hacia afuera creando un clamp (grapa) y atrapando el dispositivo montado.

3. Platos para Routers

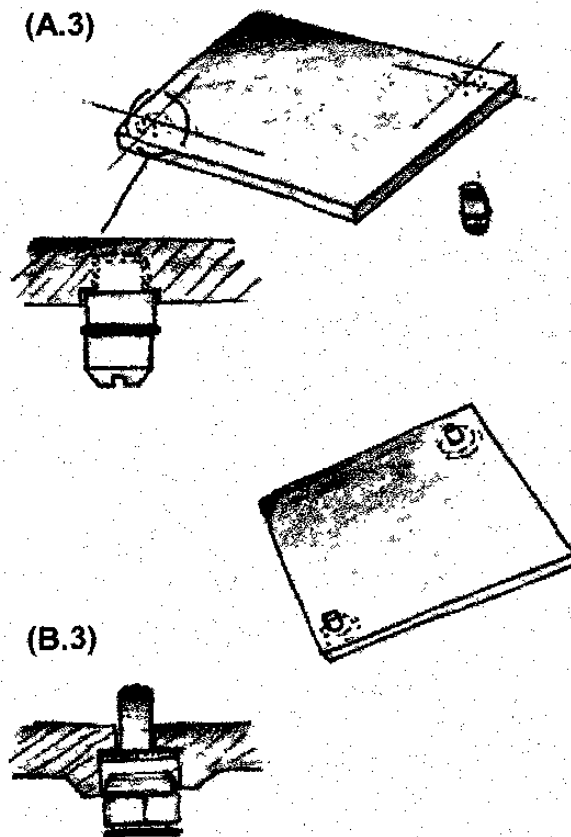


Figura 6.1.3

Problema No.3

Entre los procesos de ensamble de tarjetas electrónicas existe uno llamado corte por rauter (taladro de alta velocidad) el cual consiste en cortar el panel de tarjetas, los cuales vienen en presentaciones de 2, 3, 4 ó hasta 5 tarjetas por panel el rauter posee un endmill (cortador) el cual corta las orillas de los paneles dejando cada tarjeta de manera

individual.

Solución No. 3 Fixture (A.3) Este es un plato generalmente de 762mm x 381mm x 12.7mm que como ya lo hemos dicho, sujeta los paneles para ser cortados por el rauter, estos platos a su vez son sujetados a través de pernos, en este boceto en específico se propone un perno con rosca sujetador y "oring" (empaquetado) para el montaje en la maquina. **Fixture (B.3)** este es un concepto de perno puesto pero movido con aire cada vez que se necesite estar el fixture sujeto.

4. Porta-Herramienta y Grapas

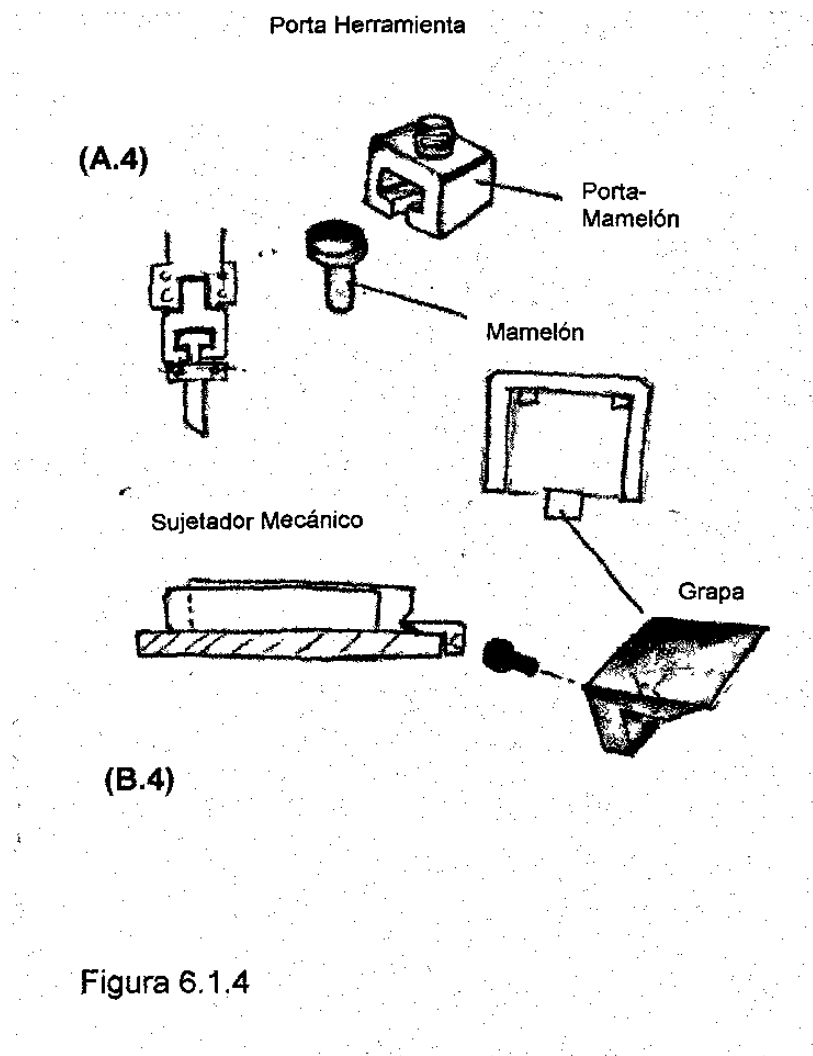


Figura 6.1.4

Problema No. 4

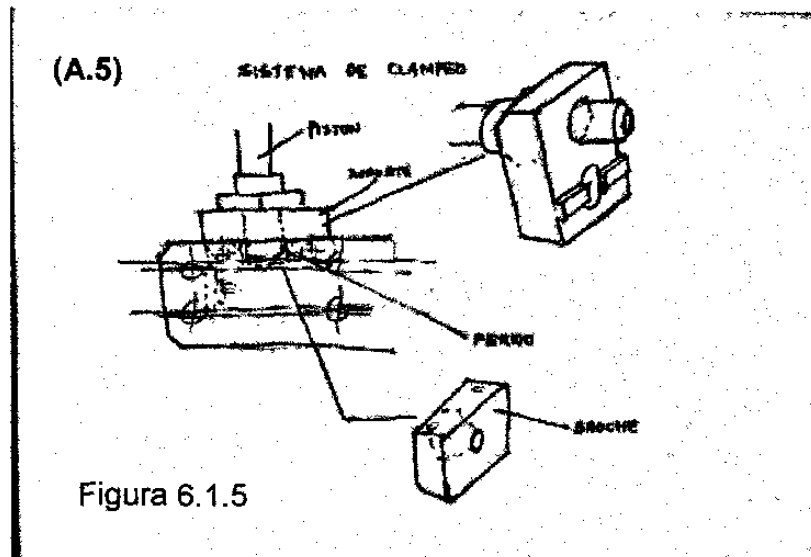
Algunos procesos de ensamble tanto electrónico como ensamble mecánico, se necesitan tenerlos sujetos a una estructura; estas son piezas para mantener sujetos dispositivos uno de otro.

Solución No. 4

Fixture (A.4) Este dispositivo es indispensable para sujeción de herramientas que estén en constante movimiento y se

necesite buena sujeción. **Fixture (B.4)** Esta pieza en conjunción con otras sirven para sujeción permanente donde se requiera gran fuerza para soportar grandes cargas de prensas remachadoras.

5. Sistema de Clampeo (Grapar)



Problema No. 5,
 Para los mecanismos que tienen movimiento longitudinal o transversal y que requieren detenerse en algún momento sin sufrir por efectos de inercia, movimiento de

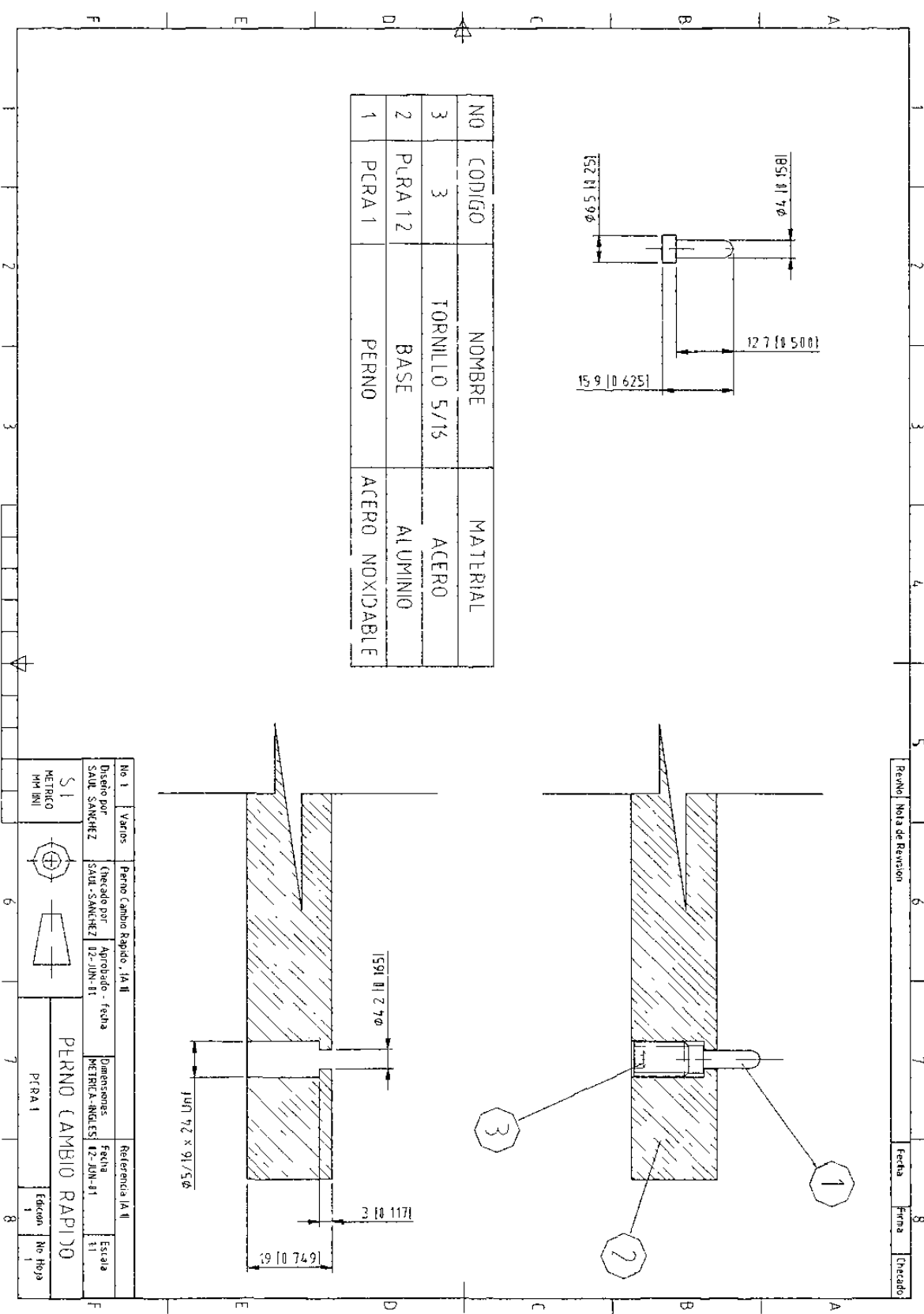
rebote. Este mecanismo ayuda a mantener el carro deslizante sujeto a la fuerza que se necesita sin sufrir movimiento que pueda deteriorar el proceso.

Solución No. 5 Fixture (A.5) este mecanismo consta básicamente de 2 piezas (hembra y macho) y pueden ser usadas en mecanismos con movimiento que necesitan sujeción momentánea, la fuerza de sujeción dependerá del diámetro del pistón seleccionado. Estas piezas podrán ser montadas en estructuras de aluminio para el armado de estaciones de ensamble cuyos perfiles sean de 300 x 300mm, 450 x 450, 450 x 900, 900 x 900mm, etc.

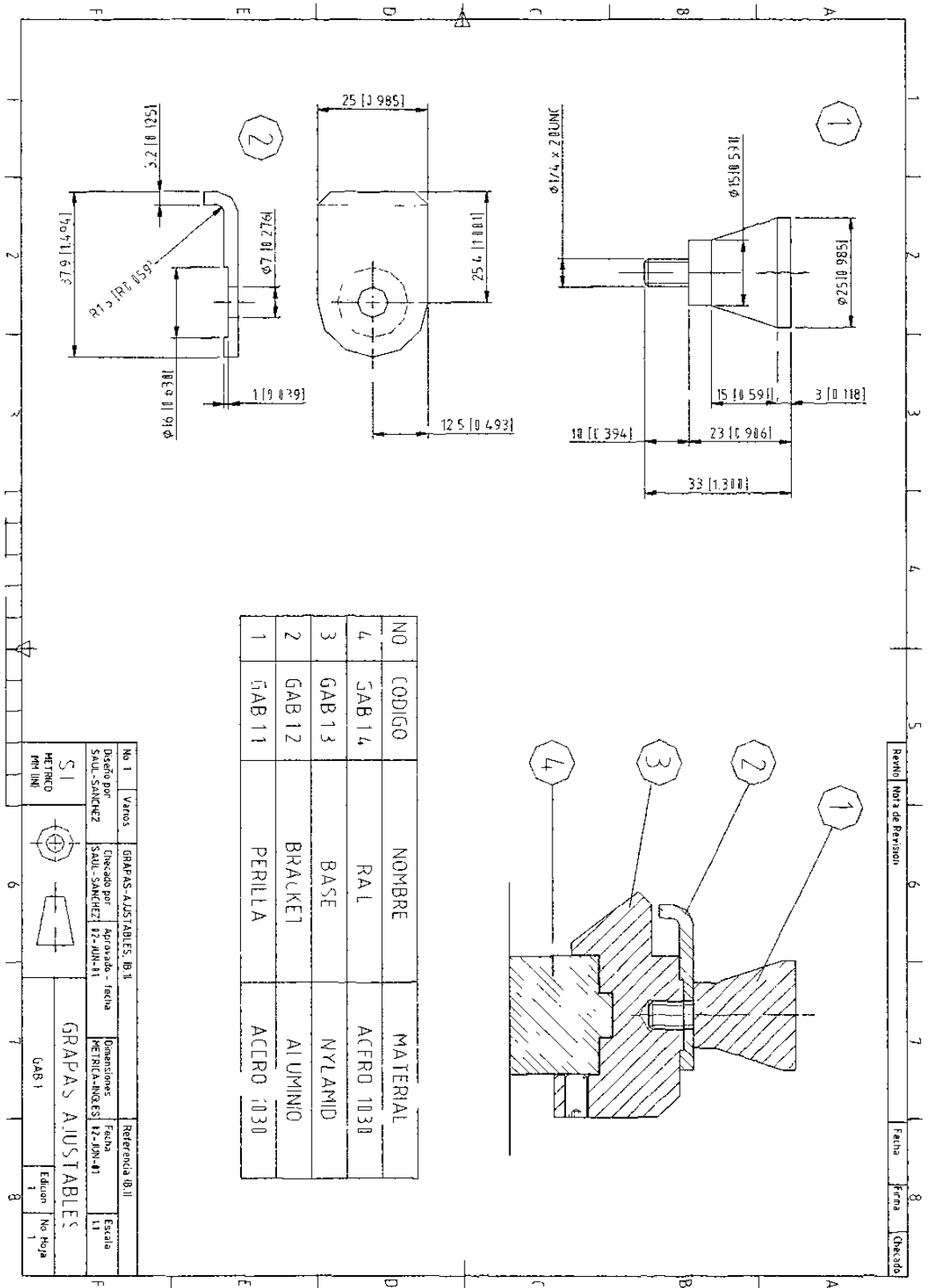
7.2 Dibujos de Montaje y Detalle

A continuación se mostrara cada dibujo de ingeniería de cada pieza según sea el fixture como sean han clasificado en los puntos anteriores. Para una mejor clasificación y referencia cada plano muestra un número de Plano al igual que cada pieza contiene un número que da referencia a una tabla de materiales, el código anuncia la contracción de las iniciales del dispositivo seguido del número asignado según la imagen del boceto descrito anteriormente. Por ejemplo; el primer boceto es del tipo *Perno Cambio Rápido (A.1)* su código sería PRCA.1.

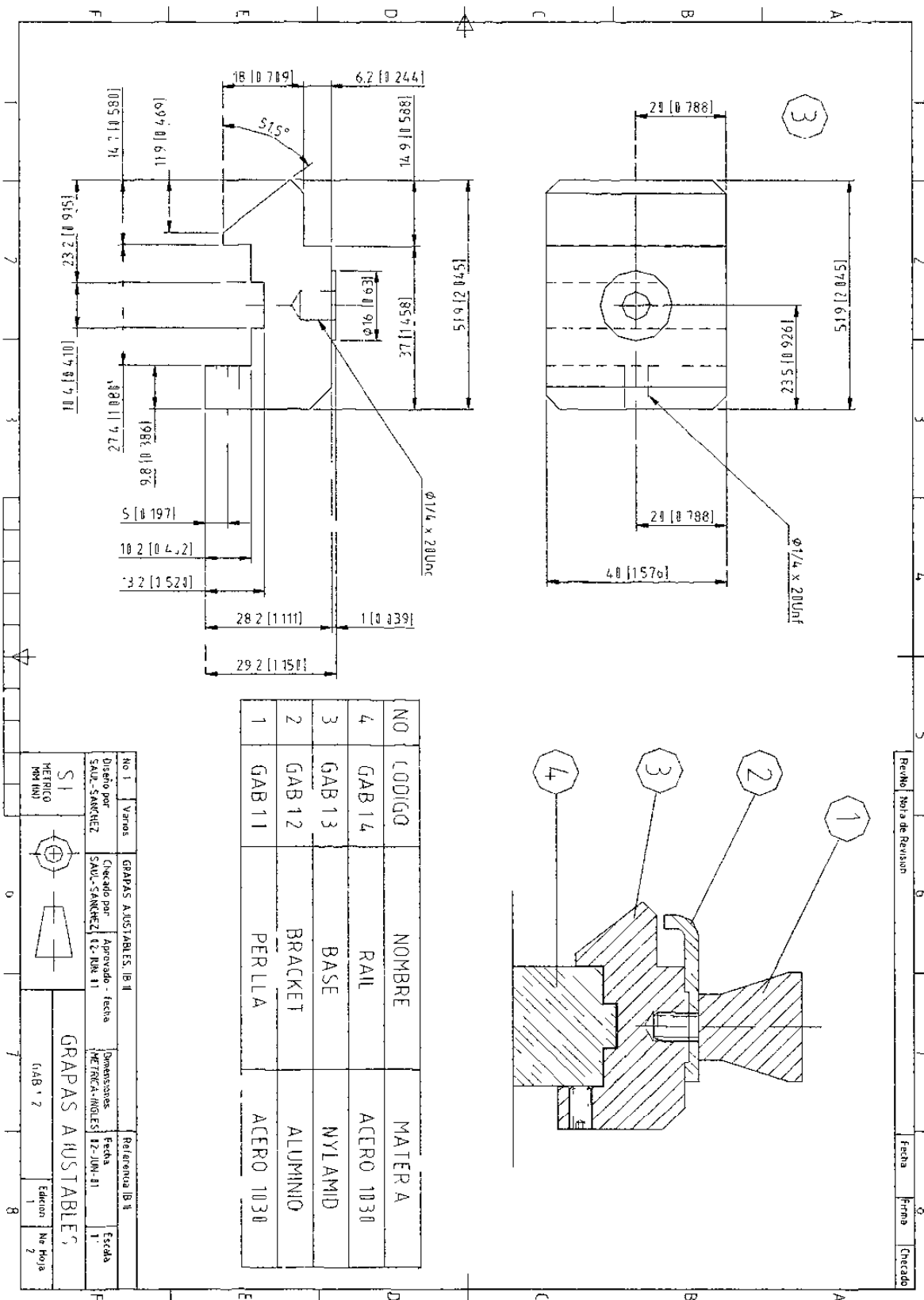
1. Fixture Tipo Perno cambio rápido código: PCRA.1



2. Fixture Tipo Grapas Ajustable código: GAB.1



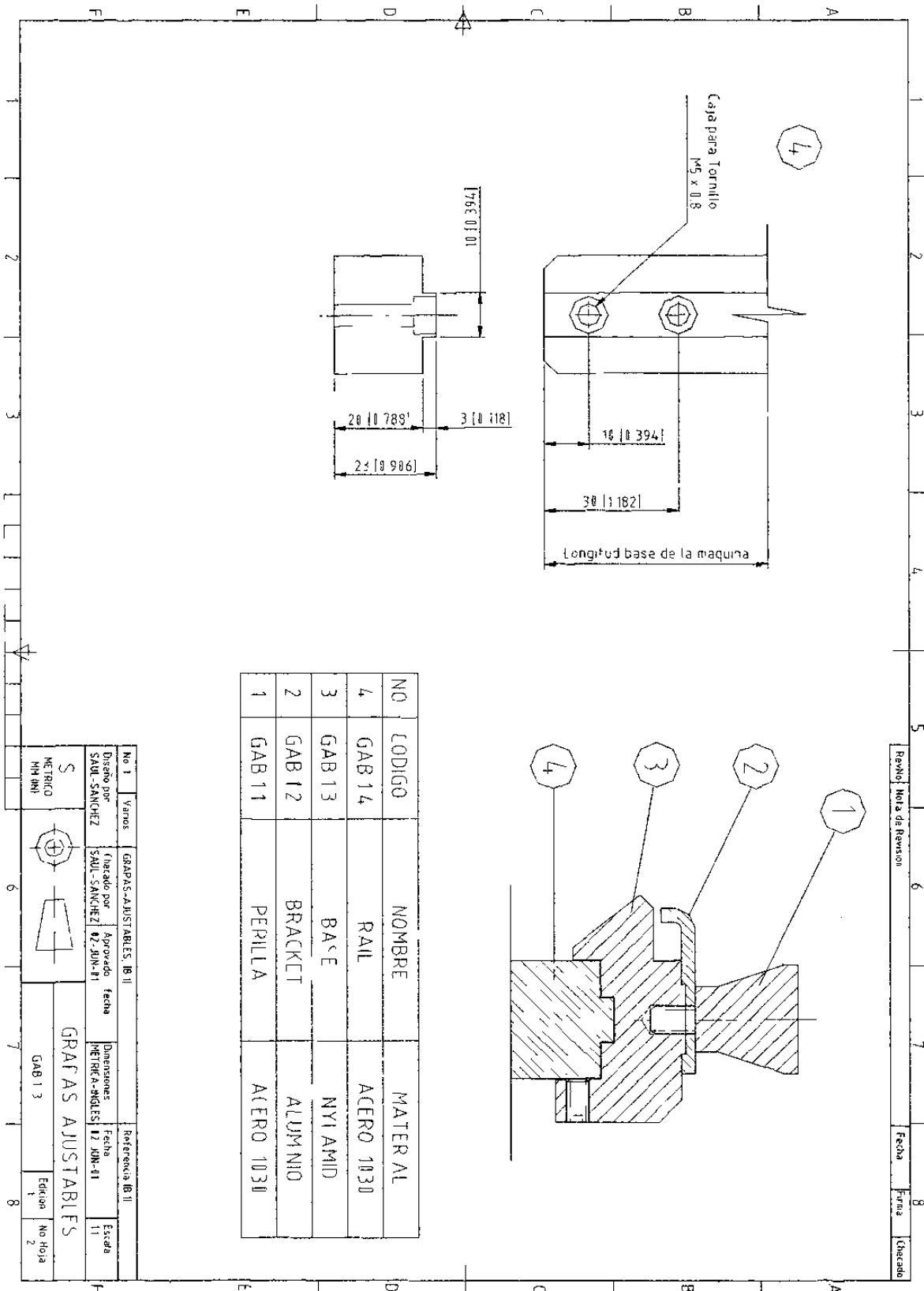
3. Fixture Continuación Tipo Grapas Ajustable código: GAB.1-2



No. 1	Varas	GRAPAS AJUSTABLES, IB II	Referencia IB II
Diseño por	SAUL-SANCHEZ	Creado por	SAUL-SANCHEZ
Revisado por	SAUL-SANCHEZ	Aprobado por	SAUL-SANCHEZ
Fecha	12-JUN-81	Fecha	12-JUN-81
Dibujos		Dimensiones	
METRICO		INGLES	
Perf. (mm)		Perf. (in)	
SI		GRAPAS AJUSTABLES	
0		GAB 1 2	
7		Edición	
8		No Hoja	

Revisión	Fecha	Prima	Checkado
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

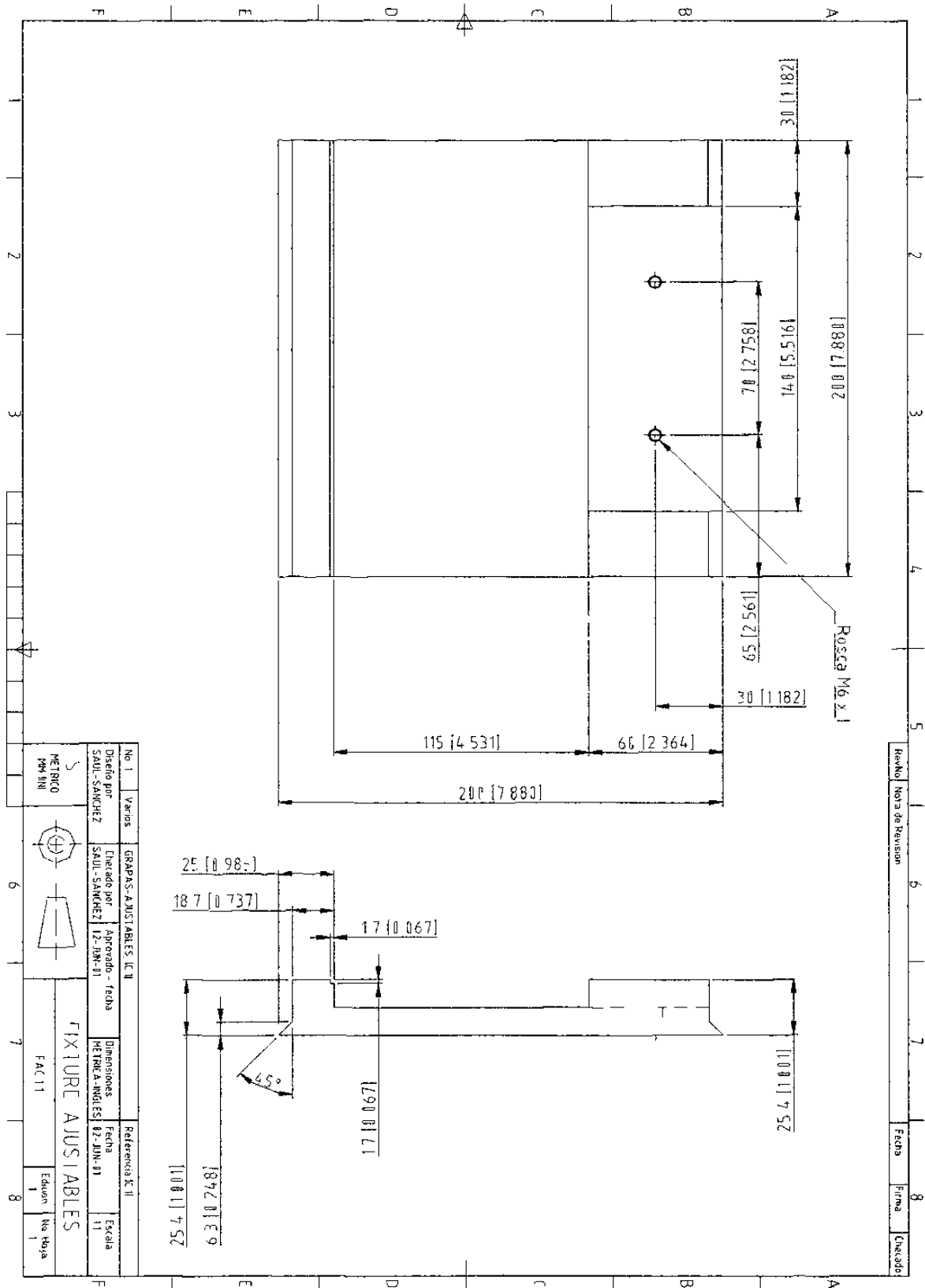
4. Fixture Continuación Tipo Grapas Ajustable código: GAB.1-3



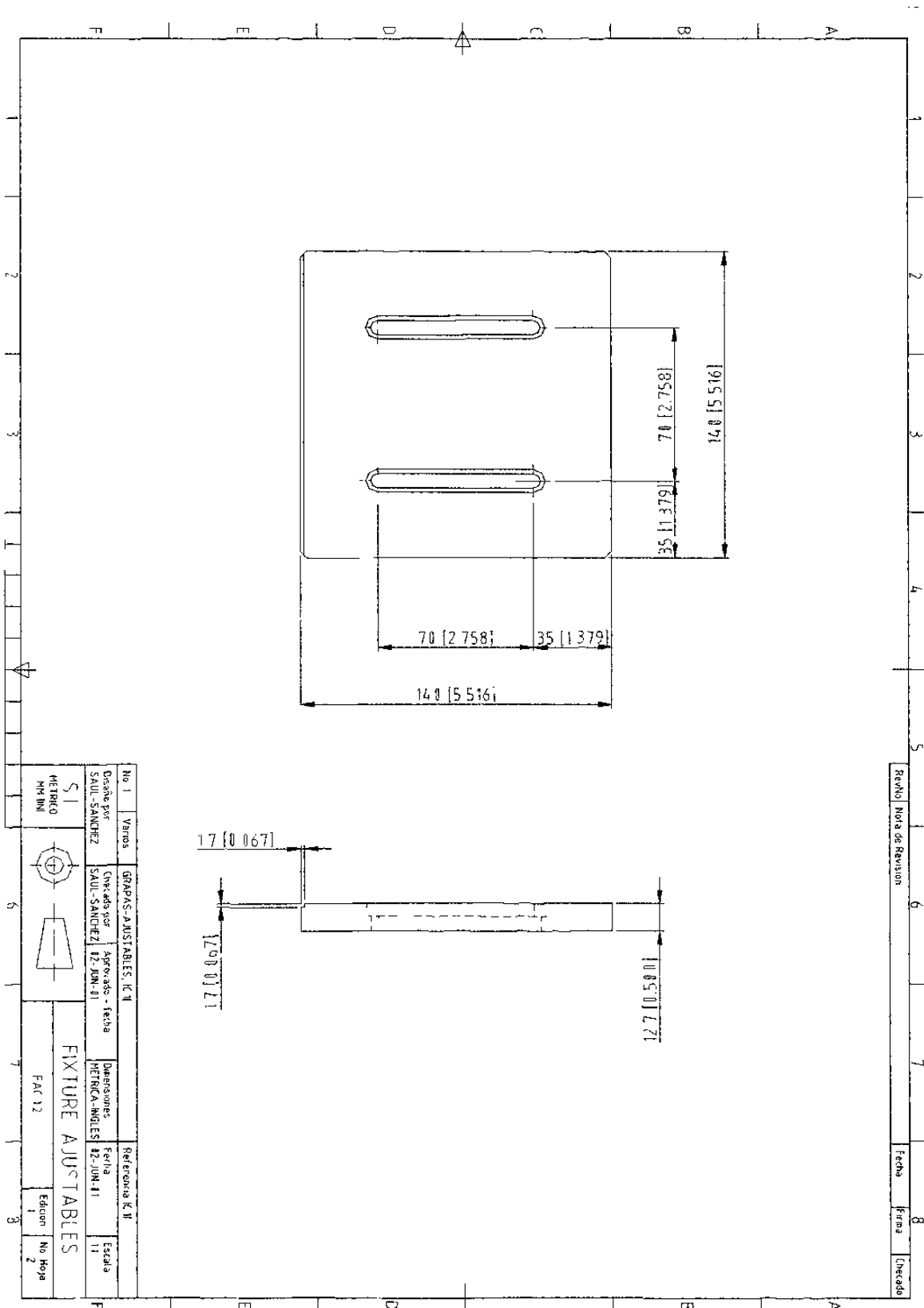
Rev. No: Nota de Revisión
 Fecha
 Firma
 Ubicado

No 1 Varios
 Diseño por SAUL SANCHEZ
 Aprobado SAUL SANCHEZ 02 JUN 81
 Fecha 12 JUN 81
 Dimensiones METRICA-INGLES
 Referencia B II
 Escala 1:1
 METRICO
 GAB.1-3
 Edición 1
 No. Hoja 2

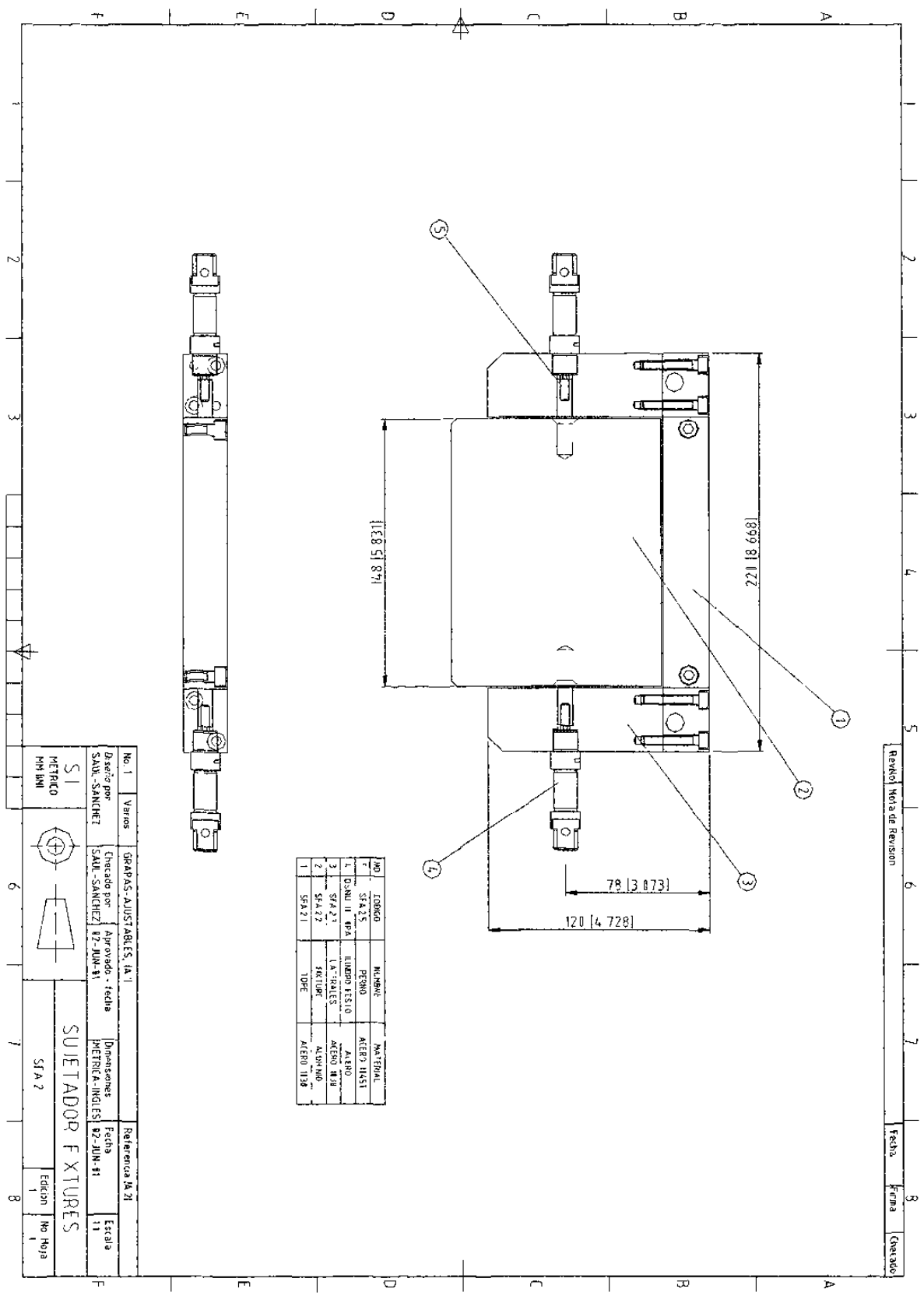
5. Fixture Tipo Ajustable código: FAC1.1



6. Fixture Tipo Ajustable código: FAC1.2



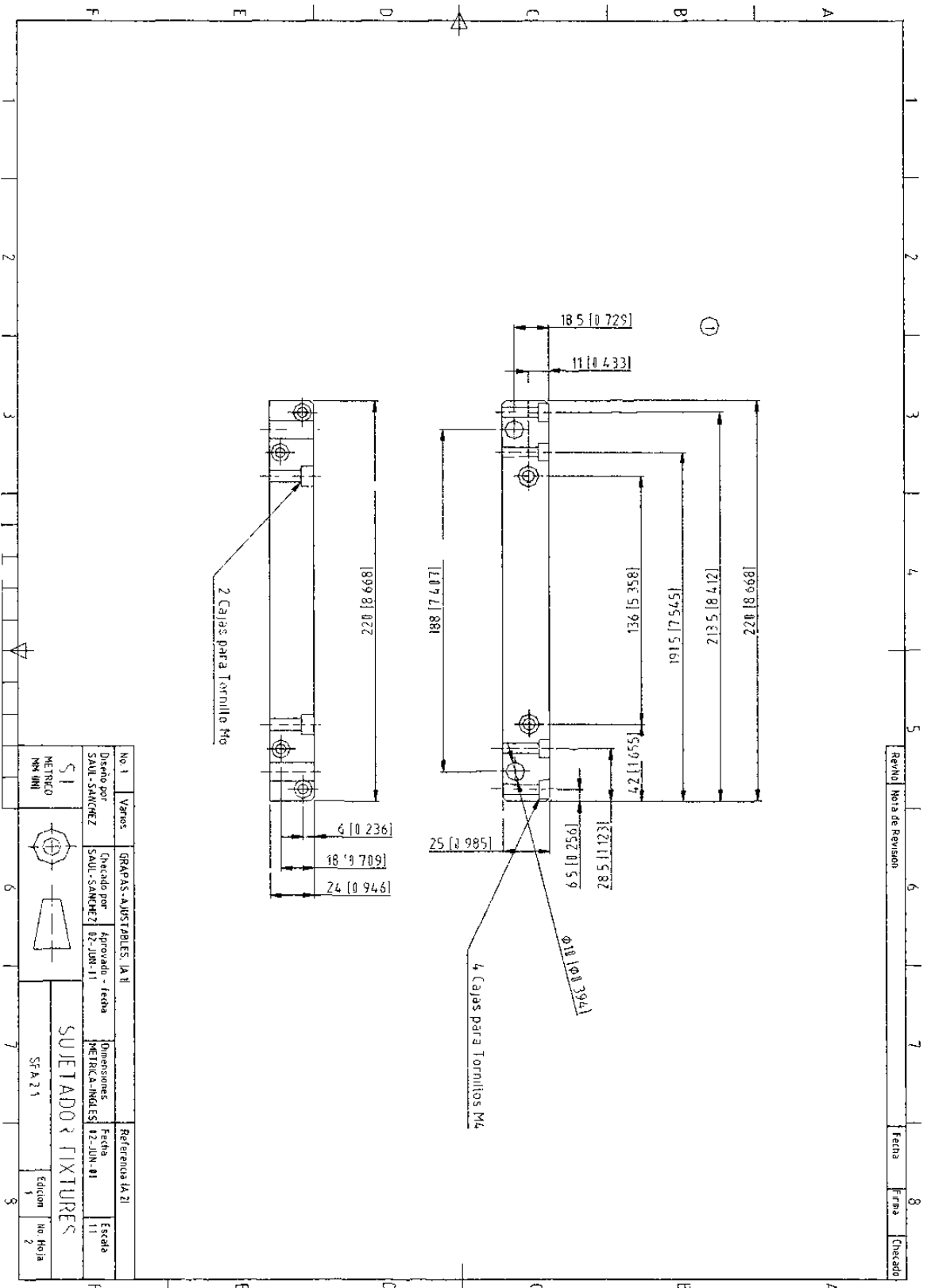
7. Fixture Tipo Sujetador código: SFA.2



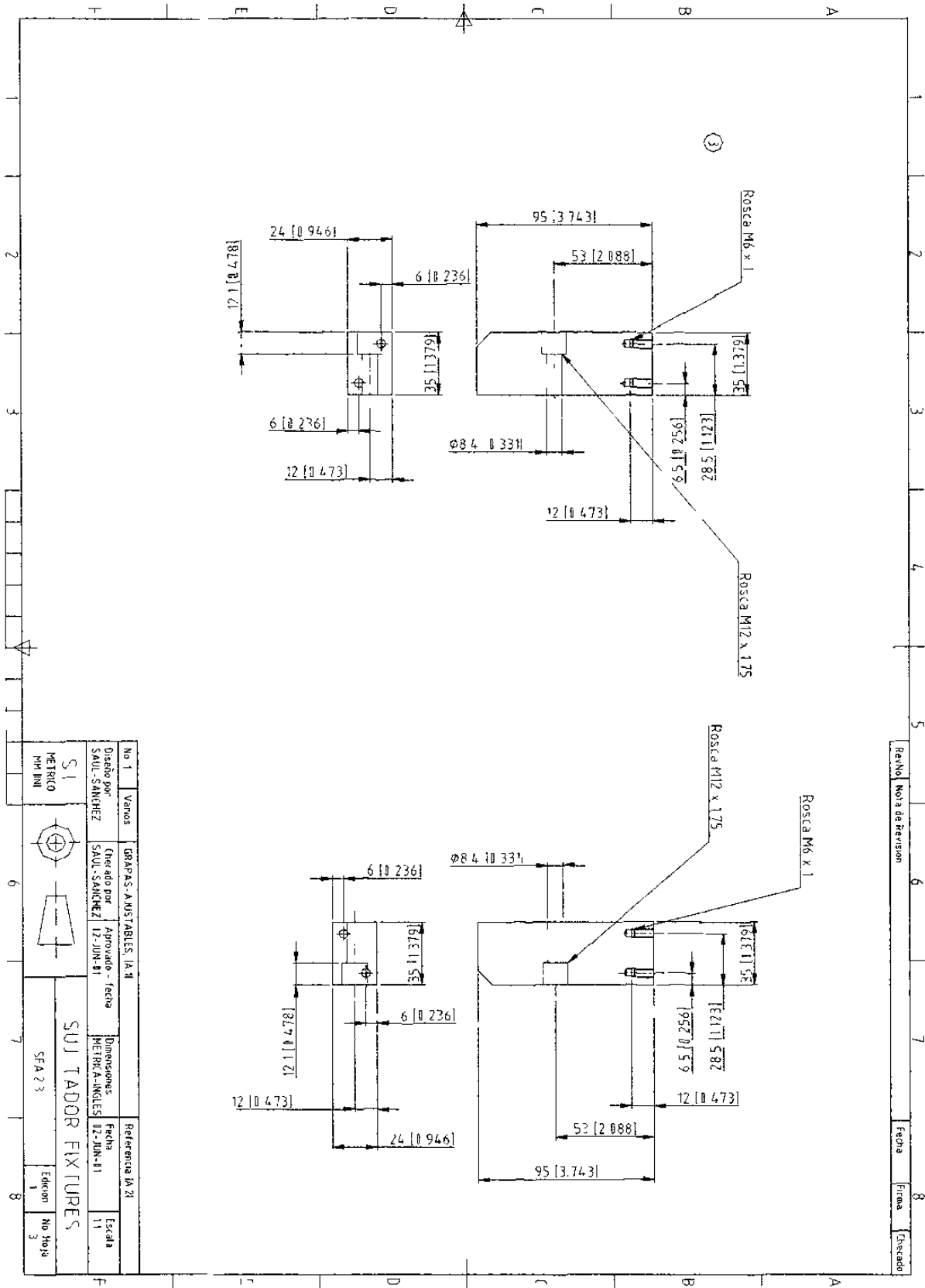
No. 1	Varios	GRAPAS-AJUSTABLES, TA. 1	Referencia R.21
Diseño por	SAUL SANCHEZ	Aprobado por	SAUL SANCHEZ
Fecha	17-JUN-81	Edición	11
S1		SUELTADOR FIXTURES	
METRICO		SFA.2	
MM/IN		Edición	

Revisión	Fecha	Elaborado
Notas de Revisión	Fecha	Revisado

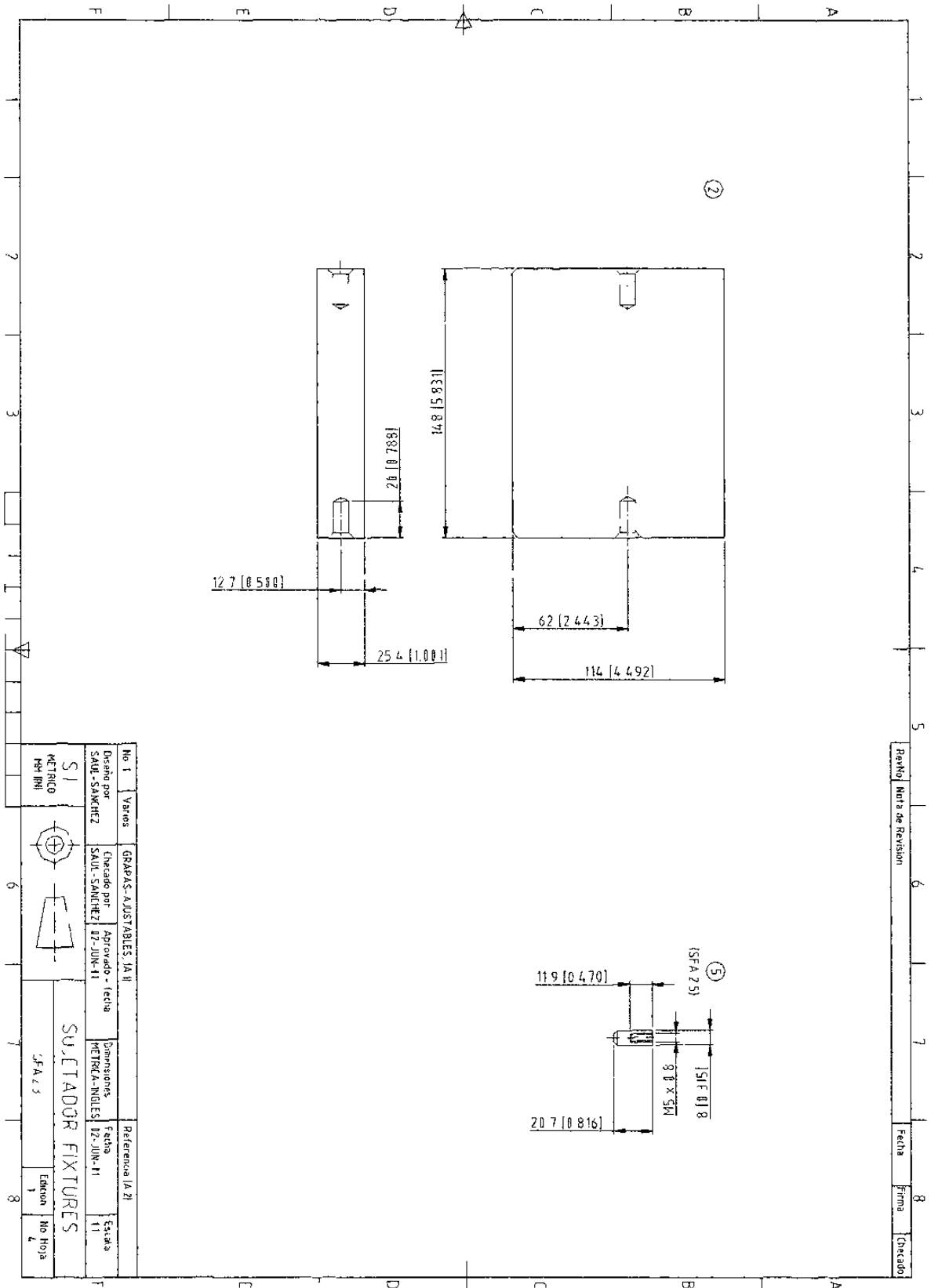
8. Fixture Tipo Sujetador código: SFA.2.2



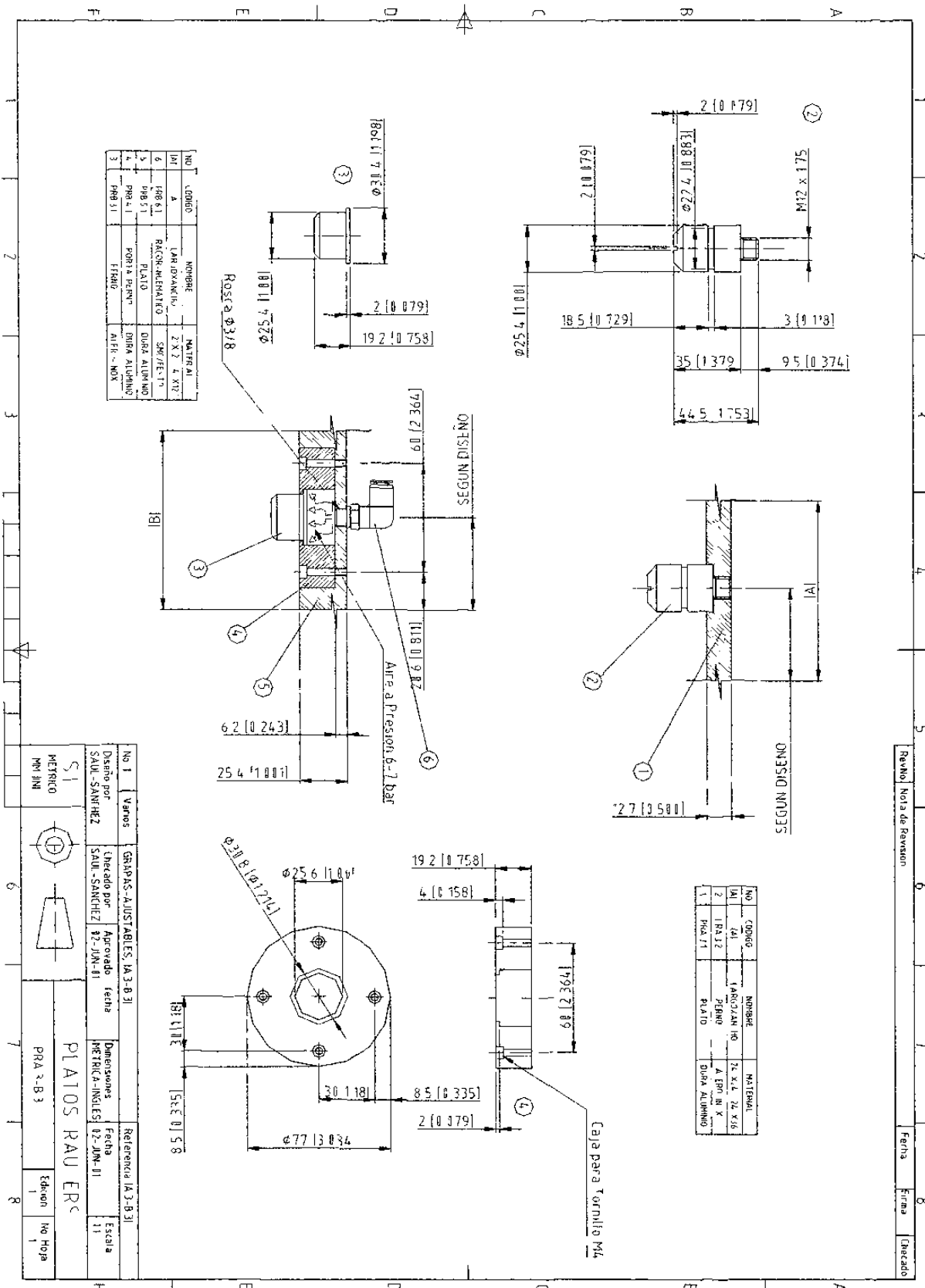
9. Fixture Tipo Sujetador código: SFA.2.3



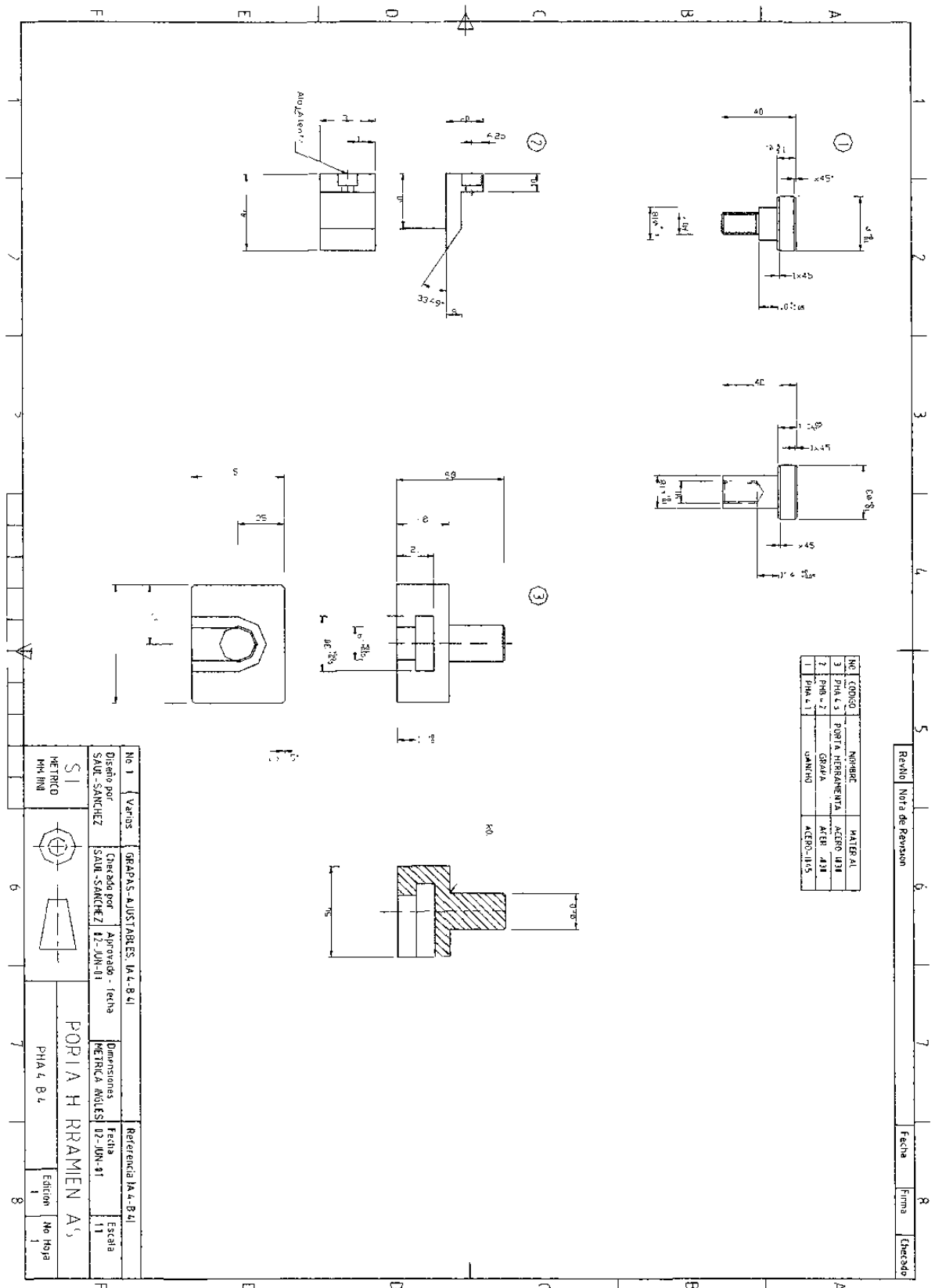
10. Fixture Tipo Sujetador código: SFA.2.3



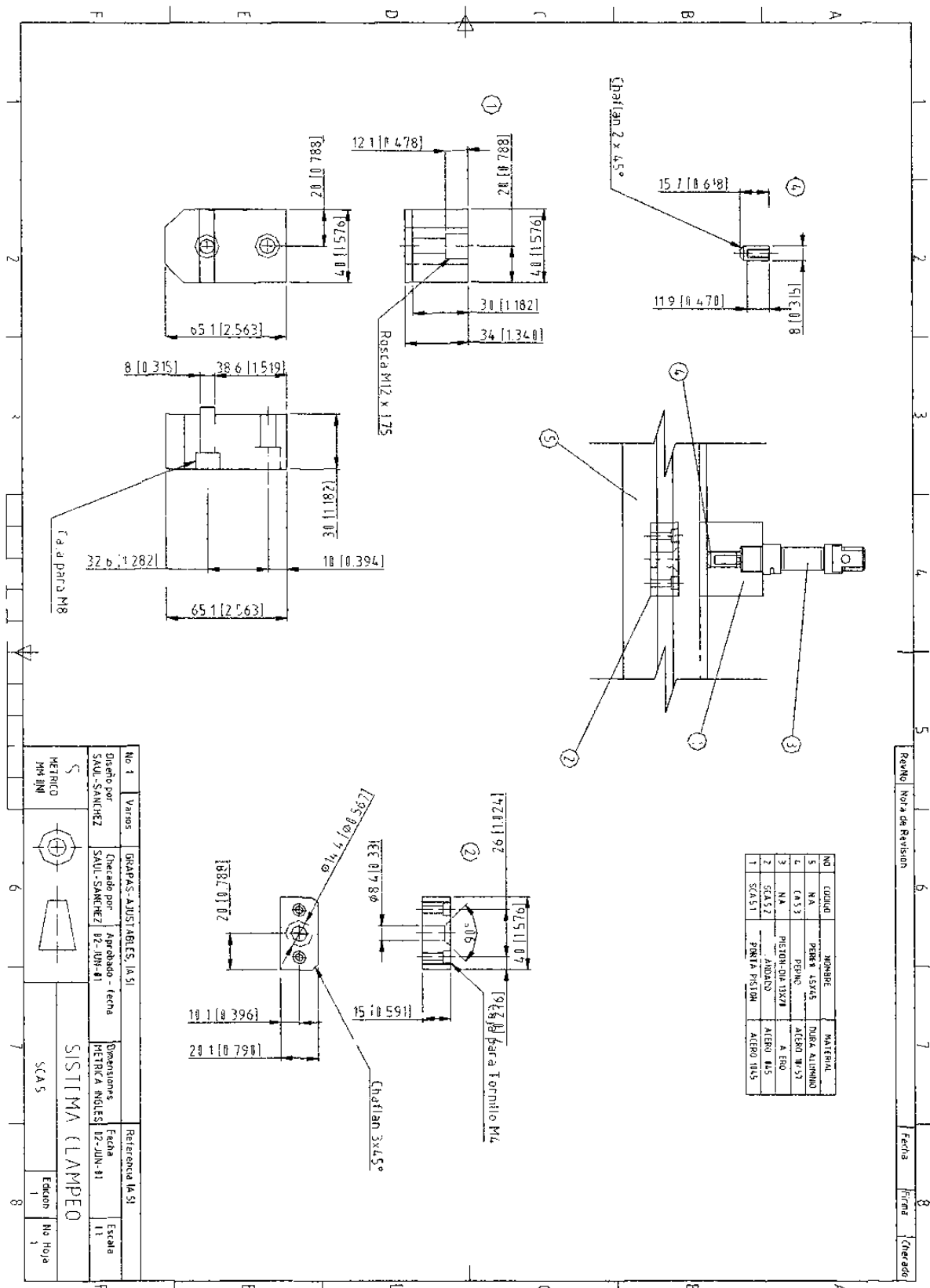
11. Fixture Tipo Plato para Rauter código: PRA.3-B.3



12. Fixture Tipo Porta Herramienta código: PHA.4-B.4



13. Fixture Tipo Porta Herramienta código: SCA.5



NO	CODIGO	NOMBRE	MATERIAL
5	NA	PERNA 45x45	DURAL ALUMINIO
4	CA.3	PERNO ATERO M12x1	ATERO M12x1
3	NA	PISTON DE 13x7	A ERO
2	SCA.5.2	ABRADO	ATERO 445
1	SCA.5.1	ZANCHA PISTON	ATERO 1045

No. 1	Varas	DRAPAS AJUSTABLES JA.51	Referencia JA.51
Diseño por	SAUL-SANCHEZ	Elaborado por	SAUL-SANCHEZ
Aprobado por	SAUL-SANCHEZ	Fecha	12-JUN-81
Dimensiones	METRICO		Escala
SISTEMA (LAMPED)			Edición
SCA.5			No Hoja

Revisión	Nota de Revisión	Fecha	Forma	Elaborado
----------	------------------	-------	-------	-----------

Capitulo 8

Costo Beneficio

8.1 Costo de Manufactura

Los elementos del costo de un producto, o sus componentes integrales, son los materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación. Esta clasificación suministra a la empresa o compañía la información necesaria para la medición del ingreso y fijación de precio para el producto; como primeros elementos de costo se tiene:

- **Materiales:** Son las principales sustancias usadas en la producción que son transformados en artículos terminados para la venta con la adición de la mano de obra y gastos indirectos de fabricación; el costo de los materiales puede ser dividido en materiales directos e indirectos.
- **Materiales Directos:** Son todos los materiales que pueden ser identificados en la producción de un producto terminado; pueden ser fácilmente identificados en un producto, y representan el principal costo en la producción.

- **Mano de obra:** La mano de obra es el esfuerzo físico o mental gastado en la producción de un producto; Los costos de mano de obra pueden ser divididos en mano de obra directa e indirecta
- **Mano de obra directa:** Es toda la mano de obra directamente involucrada en la producción, representa el principal costo de mano de obra en la producción.
- **Mano de obra Indirecta:** Es toda la mano de obra empleada en la producción de un producto que no es directa a él. Como por el ejemplo el supervisor de la línea de producción.
- **Gasto Indirectos de Fabricación:** son todos los costos diferentes de los materiales directos y la mano de obra directa que se involucran para producir un producto. Estos costos son considerados los costos de la mano de obra indirecta y los materiales indirectos, que son incluidos en los costos indirectos de fabricación, además de materiales indirectos y mano de obra indirecta, son el arrendamiento, energía, calefacción en el taller o fabrica y depreciación del equipo de la fabrica clasificados como fijos, variables y semi-variables.

En este capítulo se mostrarán y desglosarán los costos para así compararlo con los costos de tiempo muerto y re-trabajo por mala calidad y saber si es necesario la justificación de la fabricación de las herramientas.

Tabla 1 mostrando los costos de manufactura de cada un de las piezas de cada dispositivo para referencia de códigos ver dibujos técnicos en capítulo anterior.

Artículos			
<i>PCRA.1</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	15	Dia. 6.5 x 15.9	
Costo Mano de obra	55		20
Indirectos de Fabricación	10		
Total	75		

<i>PCRA.1.2</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
<i>No aplica por variaciones en diseño</i>			

<i>GAB.1.1</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	50	Dia. 25 x 33	
Costo Mano de obra	120		40
Indirectos de Fabricación	10		
Total	180		

<i>GAB.1.2</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	25	25 x 37.9 x 3.2	
Costo Mano de obra	120		40
Indirectos de Fabricación	5		
Total	150		

<i>GAB.1.3</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	60	51.9 x 40 x 29.2	
Costo Mano de obra	450		150
Indirectos de Fabricación	10		
Total	520		

<i>GAB.1.4</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
<i>No aplica por variaciones en diseño</i>			

<i>PRA.3.1</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
<i>No aplica por variaciones en diseño</i>			

<i>PARA.3.2</i>	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	65	Dia. 25.4 x 44.5	
Costo Mano de obra	90		30
Indirectos de Fabricación	5		
Total	160		

PRB 3.1	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	15		
Costo Mano de obra	60		20
Indirectos de Fabricación	5		
Total	80		

PRB 4.1	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	60		
Costo Mano de obra	270		90
Indirectos de Fabricación	10		
Total	340		

Tabla 2 mostrando los costos de manufactura

Artículos			
PRB 5.1	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
<i>No aplica por variaciones en diseño</i>			

SFA 2.1	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	120	220 x 25 x 24	
Costo Mano de obra	780		260
Indirectos de Fabricación	20		
Total	920		

SFA 2.2	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
<i>No aplica por variaciones en diseño</i>			

SFA 2.3	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	50	35 x 95 x 24	
Costo Mano de obra	240		80
Indirectos de Fabricación	10		
Total	300		

SFA 2.5	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	25	Dia. 8 x 20.7	
Costo Mano de obra	90		30
Indirectos de Fabricación	5		
Total	120		

SCA 5.1	Costo (\$)	Dimensiones (mm)	Tiempo (min)
Costo de Material	95	40 x 40 x 65.1	
Costo Mano de obra	180		60
Indirectos de Fabricación	5		
Total	280		

<i>SCA 5.2</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	35	40 x 20 x 15	
Costo Mano de obra	120		40
Indirectos de Fabricación	5		
Total	160		

<i>SCA 5.3</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	25	Dia. 8 x 15.7	
Costo Mano de obra	90		30
Indirectos de Fabricación	5		
Total	120		

<i>PHA 4.1</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	50	30 x 40 x 18	
Costo Mano de obra	180		60
Indirectos de Fabricación	10		
Total	240		

Tabla 3 Mostrando los costos de manufactura

Articulos			
<i>PHB 4.2</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	95	42 x 30 x 20	
Costo Mano de obra	180		60
Indirectos de Fabricación	5		
Total	280		

<i>PHA 4.3</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	70	58 x 50 x 65	
Costo Mano de obra	240		80
Indirectos de Fabricación	10		
Total	320		

<i>FAC 1.1</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	190	200 x 200 x 25.4	
Costo Mano de obra	900		300
Indirectos de Fabricación	30		
Total	1120		

<i>FAC 1.2</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Dimensiones (mm)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
Costo de Material	110	140 x 140 x 12.7	
Costo Mano de obra	390		130
Indirectos de Fabricación	10		
Total	510		

8.2 Beneficios a mediano y Largo plazo.

Tomando como referencia una de las principales líneas de ensamble de una empresa de manufactura electrónica de celulares ubicada en una de las principales zonas industrial del estado de Nuevo León, El Costo total de manufactura de estos dispositivos es de \$5,875 pesos, teniendo en cuenta que los principales costos que afectan a la línea de producción son:

- Paro de Maquina por cambio de modelo: 3 hrs
- Set up: 1hr.
- Falta de material: (Indefinido)
- Mantenimientos Correctivos: 1 Hr.
- Mantenimientos Preventivos: 30 min.
- Sistemas Caídos: 30 min.
- Otros.15 min.

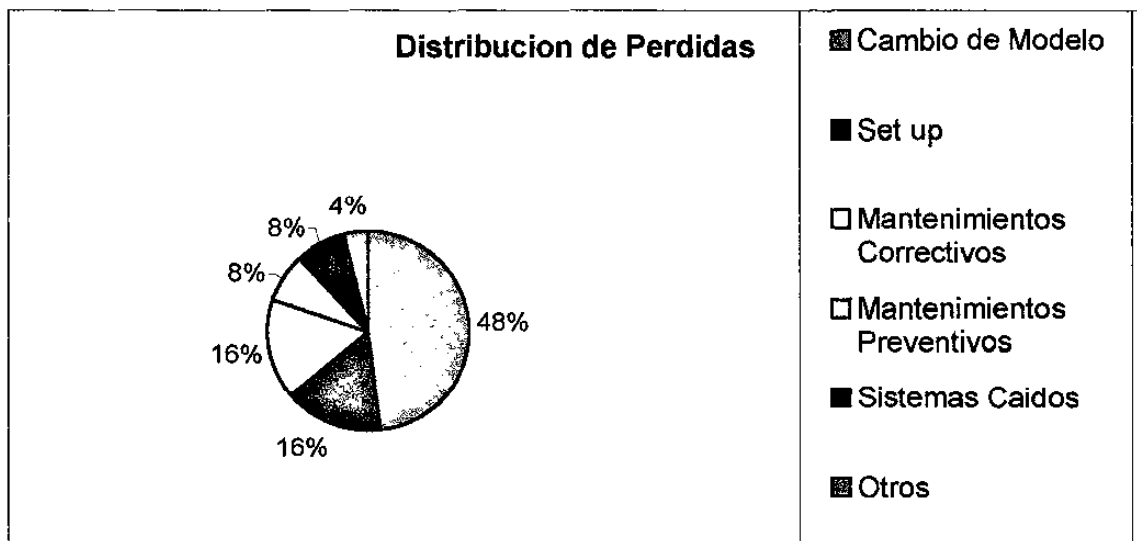
Tablas 4 de Evaluación de tiempos de dos técnicos diferentes antes de implementar los dispositivos por turno.

1er Turno		2er Turno	
Técnico 1		Técnico 2	
Frecuencias	tiempo (min)	Frecuencias	tiempo (min)
1	176	1	178
2	179	2	177
3	177	3	175
4	182	4	183
5	179	5	174
6	174	6	180
7	175	7	179
8	177	8	178
9	174	9	176
10	177	10	179
Total	1770	Total	1779
Media	177	Media	177.9

Esta imagen nos presentan fichas de evaluación de toma de tiempos de dos técnicos diferentes para cada turno y nos refleja el tiempo aproximado que tarda cada uno de ellos en realizar un cambio de modelo.

Tenemos que:

Gráfica 8.2.1 de distribución de tiempo.



Tablas 5 de Evaluación de tiempos de dos técnicos diferentes después de implementar los dispositivos por turno.

Linea Nokia

1er Turno	
Tecnico 1	
Frecuencias	tiempo (min)
1	30.4
2	25.3
3	24.55
4	25.4
5	26.5
6	27.3
7	25.3
8	25.2
9	26.58
10	26.54
Total	263.07
Media	26.3

Linea Nokia

2er Turno	
Tecnico 2	
Frecuencias	tiempo (min)
1	27.4
2	26.3
3	26.2
4	25.5
5	27.3
6	25.55
7	26.45
8	25.3
9	27.2
10	26.55
Total	263.75
Media	26.37

En esta tabla se muestra una considerable baja de tiempo aproximado del 85%, de tiempo que se muestra en la tabla 4.

Entonces se observa que el incremento de tiempo por cambios de modelos, Set up y falta de material es en donde se está gastando más dinero es decir si tenemos al día de dos a tres cambios de modelo dependiendo la demanda del cliente, y tomando el tiempo más largo que es de 3 cambios más Set up, $3\text{Hrs} + 1\text{Hr} \times 3 = 12\text{ Hrs}$ en teoría de tiempo muerto a la semana. La línea más grande de ensamble está compuesta por 20 operarios desde ensambladoras hasta inspección entonces tenemos: \$67200 pesos de pérdida en la semana teniendo que la hora de producción de esta línea es de \$5600. ($\$280 \times 20\text{ opr.}$)

Nuestros sistemas podrán dar una reducción en el tiempo de cambio del 85% (ver tabla 4,5) lo cual se traduce en \$185 pesos por semana lo que es un ahorro teniendo en cuenta el gasto mencionado.

Nuestro Costo Beneficio será la reducción de tiempo de cambio y Set up y el incremento de tiempo de producción en piezas por hora esto se traduce en que si solo gastamos 45 min en cambios rápidos y setup por semana en una línea de producción significa que 7.5 min por día son de tiempo muerto y antes se tenían estimado 40 min por día (sin 85%) y la línea arroja 3 piezas por minuto entonces ($40 - 7.5 = 32.5\text{ min}$) ganaremos 10 piezas más por día o 60 por semana pues la línea tiene capacidad sobrada de producción.

Esto es si nuestro costo de manufactura de los dispositivos es de \$5875 pesos, cada pieza tiene un costo de 120 pesos por 60 extras son \$7200 que en una semana son suficientes para pagar el costo de manufactura de los dispositivos propuestos para los cambios rápidos ($\$7200 - \$5875 = 1325$). Estos números nos reflejan que es posible la reducción de tiempo muerto que automáticamente será reflejado en dinero y producción.

La mayor parte de la información aquí presentada se obtuvo a través de entrevistas con personal de una importante empresa de manufactura electrónica ubicada en la ciudad de Apodaca, N.L.

Capítulo 9

Conclusión Global del Proyecto

9.1 Resumen Global

La rama de la ingeniería de manufactura es muy extensa, al igual que muy importante para la vida industrial, incluso muchas universidades de Estados Unidos le han dado relevante importancia a este renovado interés con el desarrollo de nuevos programas y cursos en sistemas de manufactura, por lo que una de las más importantes asignaturas debería de ser los procesos de manufactura, pues casi la mayoría de los ingenieros trabajan en el ramo industrial.

La razón principal de esta tesis fue haber presentado la propuesta de diseño de dispositivos para el cambio rápido de modelos en las líneas de ensamble. Esta tesis explica la necesidad del hombre de crear herramientas para facilitar la vida productiva y cotidiana desde el principio de los tiempos y como ha ido evolucionando la tecnología hasta llegar a las formas actuales de manufactura.

Además aborda una breve reseña histórica de la historia de la industria electrónica introduciéndose así a los sistemas de control de manufactura tales como las normas de calidad de actualidad, sin pasar por alto principios de manufactura, ingeniería de procesos e industrial hasta llegar a la propuesta de bocetos, dibujos de ingeniería y montaje, explicando en detalle el diseño de los dispositivos y por último dando un análisis de costo y justificación del proyecto según datos reales.

9.2 Conclusiones

La rama de la manufactura como campo de estudio en la era moderna, puede ser vista de dos maneras: tecnología y economía. Con respecto a la primera definición esta es la aplicación de procesos químicos y mecánicos que alteran las propiedades físicas y químicas para transformar su geometría o aspecto de un determinado material, económicamente la manufactura es la transformación de materiales en artículos de valor a través de procesos y ensamble para así generar mas riqueza y reactivando la economía de la comunidad o país en donde se producen los productos, incluso la industria de manufactura es la punta de lanza de cualquier economía, pues todos los negocios necesitan vender artículos los cuáles se transforman en servicios.

El valor de la propuesta de introducir nuevos mecanismos para cambios rápidos no es algo viejo, pero en la industria electrónica sobre todo en las maquiladoras pasan muy en alto estos conceptos, generalmente en las industrias metal-mecánica, sobre todo las estampadoras tienen mucha experiencia al respecto.

- Números de Dispositivos: 19
- Costo Total: \$5875
- Productividad: 10 piezas por turno
- Beneficios a corto y mediano plazo: Mejora de Calidad y Utilidades

9.3 Recomendaciones

Los resultados que se han arrojado acerca de nuestra propuesta son buenos, pues no solo se incrementa la productividad sino también la calidad es claramente mejorada.

Con lo dicho anteriormente, como punto de partida el trabajo presentado en esta tesis, entre las recomendaciones que se proponen para ampliar el estudio son:

- Considerar que lo propuesto aquí no es lo mejor que puede ser para mejorar la productividad.
- Seguir con ideas de mejora continúa en la industria de manufactura
- Tomar en cuenta cuando se tenga la oportunidad de considerar todos los puntos posibles para la aplicación de estos conceptos cuando se diseñen líneas de ensambles por primera vez.
- Considerar cada vez con mas frecuencia la automatización neumática y electrónica.
- Pensar que soluciones a medias o pasajeras solo retrasaran mas la solución definitiva del problema y lo hará a largo plazo mas costoso.

BIBLOGRAFIA

Cultural de Ediciones, S.A.

Mecánica de Taller

Inmagrag, S.L.

1ª. Edición, 1998

Ediciones CEAC

Planos y Croquis en Mecanica

Artes Graficas Ampurias, S.A.

2ª. Edición Octubre, 1980

Jensen / Mason

Fundamentos de Dibujo Mecanico

Mc Graw – Hill

2ª. Edicion, 1982

B.H. Amstead / Phillip F. Ostwald / Myron L. Begeman

Procesos de Manufactura

Cia. Editorial Continental.

3ª. Edición, 1985

Mikell P. Groover

Fundamentos de Manufactura Moderna

Prentice Hall

1ª. Edición 1997

GLOSARIO

Tooling: Vocablo en Ingles cuya traducción al español significa herramental, herramienta o Utillaje, usado para dar referencia a dispositivos mecánicos empleados para manufactura y ensamble, Un tooling es un conjunto de fixtures.

Fixture: Palabra Inglesa que significa *Accesorio o Artefacto*, usado para referencia de herramientas mecánicas para el ensamble de componentes.

Jig: Palabra inglesa que significa *Giga*, pero da referencia a un fixture; es decir jig es sinónimo de fixture.

Rauter: Maquina de corte de tarjetas electrónicas por medio de programación CNC.

Endmill: Herramienta de corte de los bordes para tarjetas electrónicas.

Oring: Palabra inglesa que significa empaque.

Perno: Elemento cilíndrico que sirve para sujeción.

Automatización: Vocablo muy común en la industria usado para dar referencia a sistemas de manufactura automáticos sin intervención de la mano de obra humana.

Kanban: Palabra japonesa que significa tarjeta viajera.

PCI: Palabra inglesa cuyas iniciales son *Printed Circuit Board* usado en la industria electrónica para dar referencia a las tarjetas electrónicas.

CI: Contracción de la palabra *Circuitos Integrados*.

PIH: Palabra inglesa cuyas iniciales son *Pin in Hole*, usada para dar referencia a la tecnología de inserción de componentes electrónicos.

SMT: palabra inglesa cuyas iniciales son *Surface Mount Technology*, usada para dar referencia a la tecnología de inserción por este método.

Display: Palabra en ingles que significa *Pantalla* usada para dar referencia a la descripción de las pantallas de los celulares.

Know How: Vocablo en Ingles cuyo significado literal es *Saber Como*, pero usado en la industria de manufactura para dar referencia a la forma o manera de realizar cualquier sistema o proceso.

TPM: Iniciales en Ingles *Total Productive Maintenance*.

Set up: Vocablo en Ingles que significa *Preparar o Instalar*, y es usado para dar referencia a la puesta a punto y cambio de herramental en las líneas de producción.

Check List: Vocablo en Ingles que significa *Lista de Chequeo*, usado para dar referencia en mantenimientos preventivos o cuando se necesita la liberación de alguna pieza o línea de producción.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripcion	Pagina
1	Piedras talladas para herramientas de caza	7
2	Utencillios de Caza y Comida	7
3	Fabrica de Textil en Inglaterra	8
4	Logotipo de SANYO North America	12
5	Logotipo SAMSUNG Corp.	13
6	Logotipo RCA Corp.	13
8	Formato tradicional para la realizacion de planos	60
9	Modelo tradicional de hojas para lista de partes	60
10	Esquema general de una linea de produccion	82
11	Esquema de una linea de ensamble en "U", "O" y "L"	83
12	Esquema de linea de ensamble en carusel	84
13	Formulas para calcular velocidad y tiempo de produccion	128
14	Formula para calcular tiempo de ciclo	129
15	Esquema de Tarjeta KanBAN	107
16	Pernos Cambio Rapido	114
17	Fixture Ajustable, Sujetador de Fixtures	115
18	Platos para Routers	116
19	Porta-Herramienta y Grapas	117
20	Sistema de Clampeo	118
21	Grafica Distribucion de tiempo	138

LISTA DE TABLAS

Figura	Descripcion	Pagina
1	Tabla de Jeraquias de Encapsulados	35
2	Tabla de mediadas, planos y formatos mas usuales	59
3	Tabla 1,2,3 Costos de Manufactura	134
4	Tabla 4 Evaluacion de Tiempos antes de los dispositivos	137
5	Tabla 5 Evaluacion de Tiempos despues de los dispositivos	138
6	Tabla 5 Referencia Global	141

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Saúl Francisco Sánchez Avila

Candidato para el grado de Maestro en Ciencias de la ingeniería de Manufactura
con especialidad de Diseño de Producto.

Tesis:

“Cambios Rápidos de Herramentales en la industria Electrónica”

Saúl Fco. Sánchez Ávila nació el 30 de julio de 1974 en la ciudad de Monterrey, N.L. Es hijo del Sr. José Francisco Sánchez Zarazua y de la Sra. Maria del Carmen Ávila de Sánchez. Curso sus estudios profesionales en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León y obtuvo el título de Licenciatura en Diseño Industrial en 1997.

En el mes de Julio de 1999 inicio sus estudios de Maestría en Ciencias de la Ingeniería de Manufactura en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

En el mes de Febrero de 1998 empezó a desarrollar profesionalmente su carrera en la empresa FICOSA Internacional desempeñado el puesto de Ingeniero de Procesos construyendo y diseñando líneas de ensamble para diversos clientes automotrices para septiembre del año 2000 ingreso a la empresa ELCOTEQ Networks desarrollándose como ingeniero de diseño de Herramentales a la fecha.

