

308917



^{2es}
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con Estudios Incorporados a la U.N.A.M

**"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN METODO DE
PRODUCCION PARA CALCULADORAS DIGITALES Y
MAQUINAS DE ESCRIBIR ELECTRONICAS.
CASO PRACTICO."**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Area en **INGENIERIA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A:

ALBERTO ANGILELLA PEREZ

México, D. F.

1987

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL

Pág.

Introducción 9

Capítulo I

Situación actual de la empresa11

Organigrama de la empresa14

Breve descripción de funciones 15

Capítulo II

Marco teórico 19

I. Introducción al estudio de métodos 19

1. Definición y fines del estudio de métodos .. 19

2. Procedimiento básico 20

3. Algunos factores de peso para la selección . 22

4. Registrar los hechos 22

 Símbolos usados para registrar 24

5. Breve descripción del método a usar 25

 a) Cursograma sinóptico 25

 b) Cursograma analítico 28

 c) Diagrama bimanual 30

 Notas sobre el diagrama bimanual 34

 d) Diagrama de actividades múltiples 36

II. Estudio de tiempos 37

1. Definición 37

	Pág.
2. Fases para realizar un estudio de tiempos ..	37
A. Preparación del estudio de tiempos.....	38
a) Selección de la operación	38
b) Selección del trabajador	38
c) Actitud frente al trabajador	39
d) Análisis de comprobación del método de trabajo	40
B. Ejecución del estudio de tiempos	41
a) Obtener y registrar toda la información	41
b) Descomponer la tarea en elementos	41
c) Medición del tiempo	43
d) Cálculo del tiempo observado	46
C. Valoración del ritmo de trabajo	49
a) Introducción	49
b) Definición	49
c) Trabajador promedio	51
d) Escalas de valoración	51
e) Como se efectúa la valoración	52
f) Efecto de la valoración sobre el tiempo observado	52
D. Suplementos de la operación	53
Introducción	53

E. El tiempo tipo.....	55
------------------------	----

Capítulo III

Análisis y estudio de los métodos actuales.....	57
Armado	57
Condiciones y medio ambiente de trabajo.....	59
1. Tarjeta lógica.....	64
2. Soldeo en soldadora de ola.....	66
3. Teclado	67
4. Tarjeta lógica de teclado	70
5. Soldeo en crisol	71
6. Unión de tarjeta lógica más teclado	72
7. Revisión	73
8. Técnicos	74
9. Flujo de materiales y prod. en proceso ...	75

Capítulo IV

Análisis y estudio de los métodos propuestos... ..	76
Preformado	77
Preformado en la compañía	79
Condiciones y medio ambiente de trabajo	80
Armado.....	84
Tarjeta lógica	84
Soldadora de Ola	88

	Pág.
Teclados	89
Tarjeta Lógica de Teclados	94
Flujo de Materiales	95

Capítulo V

Análisis y estudio de los resultados.....	96
---	----

Conclusiones.

Bibliografía.

INTRODUCCION

El proyecto que a continuación se desarrolla se llevó a cabo en una compañía diseñadora y ensambladora de calculadoras y máquinas de escribir electrónicas denominada:

LOGICA DIGITAL S.A de C.V.

Consiste en el estudio de una parte del proceso productivo que actualmente se sigue, con el fin de dar soluciones a los problemas que se encuentren, y a la implantación de nuevos métodos de trabajo.

Para desarrollar dicho estudio se determinó utilizar la técnica de análisis con que cuenta la Ingeniería de Métodos, aplicando así los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial.

El proyecto está enfocado a obtener una mejora general en los procesos y métodos productivos que actualmente se utilizan en la compañía. Uno de los factores más importantes que se deseaba tomar en cuenta fue el Factor Humano. Por

esta razón la Dirección técnica requería que la mejora planteada fuese acompañada de otras que beneficiaran al personal, esto es, hacer su trabajo más fácil, diseñar herramientas especiales que le permitiesen hacerlo con menor esfuerzo, métodos de trabajo que incrementaran la eficiencia y la calidad del producto, etc.

En términos generales, la filosofía de la empresa, aún desempeñándose en un mundo económico que persigue lucro, toma muy en consideración la función social de proporcionar puestos de trabajo a la sociedad en la cual se desarrolla. Particularmente en esta época de crisis tiene como fin principal el no sacrificar fuentes de trabajo sin perjudicar gravemente su porvenir.

Por tanto, cuando ha podido reducir la incidencia del trabajo humano en las diferentes fases del proceso productivo, ha buscado al máximo utilizar el personal "sobrante" en otras actividades evitando de eliminarlo de la compañía.

Por la razón anteriormente expuesta se determinó poner a consideración del Director técnico todas las alternativas que se presentaran, con el fin de tener una opinión experimentada al respecto. Un segundo paso fue el de considerar a las personas que trabajarían con los nuevos métodos, de manera que las soluciones obtenidas no fueran imposiciones de trabajo sino el resultado de un esfuerzo colectivo por parte tanto del diseñador como de la dirección y del personal.

CAPITULO I

SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

Breve Historia de la Empresa

La empresa LOGICA DIGITAL S.A. de C.V. fue fundada en 1976 por un grupo de ingenieros y técnicos mexicanos con más de 10 años de experiencia en la producción, diseño, servicio y comercialización de calculadoras y máquinas de escribir electrónicas.

Desde el inicio de las operaciones, en la planta se ha utilizado tecnología propia, basada en los amplios conocimientos adquiridos por los fundadores en actividades precedentes, así como en su capacitación en cursos y entrenamientos en Europa, Estados Unidos y Japón.

La aplicación de la ingeniería mexicana en el diseño y proceso les permitió realizar los diseños de calculadoras y máquinas de escribir más apropiados para las características del mercado nacional, obteniéndose así, una confiabilidad mayor a la de otras marcas, ya que estas últimas se basan en diseños extranjeros que no preveen el tipo de uso (trato pesado) a que generalmente son sometidas las máquinas de oficina en nuestro país.

Esto ha permitido que en pocos años de estar presentes en el mercado, haya logrado alcanzar una posición de primer orden y, por lo tanto, pueda llegar a competir con las más fuertes compañías transnacionales, llegando a ocupar un lugar elevado en el mercado latino americano.

La independencia tecnológica de la empresa les ha dado libertades para poder exportar sus productos y hoy en día hay tratos con Centro y Sud-América y se busca de establecer contactos en el mercado europeo.

La compañía abastece al mercado nacional a través de su red de distribuidores en toda la República y atiende a los clientes de mayoreo por su propio departamento de ventas, con el propósito de brindar un mejor servicio y asesoramiento profesional a los mismos.

Cabe mencionar que esta compañía es poseedora de dos premios de diseño otorgados por el Instituto Mexicano del Comercio Exterior. Además, gran parte de los diseños que se han desarrollado en México, han sido ideados y producidos por integrantes de esta empresa, utilizando para esto tecnología propia.

Lógica Digital, consciente del compromiso adquirido tanto en México como en el mercado extranjero, trata de mejorar la calidad de sus productos día a día, para poder asegurar un crecimiento tanto su tamaño como en su capacidad de planta. Y el éxito que ha tenido, lo ha fincado en sus estrictas normas de control de calidad, tanto para los productos terminados como para los componentes que lo integran.

Las pruebas de control de calidad que se hacen tanto a la calculadora como a la máquina de escribir fueron diseñadas especialmente para las condiciones de uso a la que serían sometidas; este chequeo se hace al 100% y en dos pasos durante el proceso de fabricación con el fin de asegurar una calidad óptima del producto terminado.

Una de las pruebas más convincentes de la calidad que se produce en lógica es que varias empresas extranjeras la han contratado como maquiladora de sus productos.

Es importante mencionar que Lógica Digital basa la fuerza de su desarrollo en el importante papel que juega su personal en la canalización de los recursos disponibles para la solución de problemas. En esta compañía prevalece la sencillez, apoyada en ciertas características fundamentales; que son:

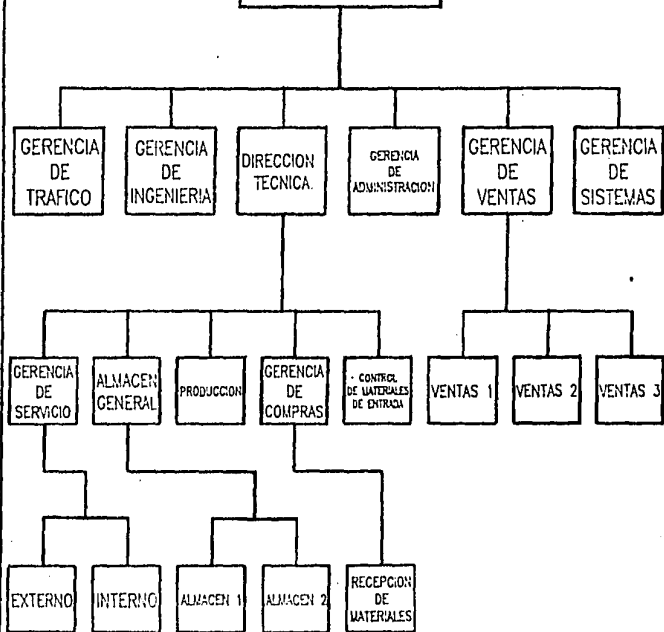
- a) Poseer una estructura simple, con cuadro directivo mínimo.
- b) Tener pocas distinciones de jerarquía.
- c) Tomar en cuenta las opiniones de los empleados desde los niveles más bajos hasta la alta dirección.
- d) Fomentar la comunicación y la superación personal.
- e) Apegarse a sus principios, sin alejarse de su línea de trabajo.

Actualmente Lógica Digital tiene en su línea de productos 10 modelos de calculadoras digitales y 3 modelos de máquinas de escribir electrónicas. Entre los modelos de calculadoras se cuentan algunos con pantalla digital, otros con impresor y algunos más con ambos, siendo todos ellos para escritorio y uso pesado. Por lo que respecta a las máquinas de escribir, Lógica tiene en el mercado tres modelos: dos de los cuales cuentan con pantalla y memoria siendo una de éstas una de las mejores máquinas de escribir que se pueden encontrar en el mundo. El tercer modelo es una máquina de escribir más pequeña que las anteriores en razón a su poder, pero que cumple sobradamente con las demandas de cualquier usuario, además de contar con la más moderna tecnología existente hoy en día. También cabe mencionar que se pueden adaptar fácilmente, por medio de una interfase adecuada (también diseñada por ingenieros de Lógica), a los nuevos modelos de computadora (PC) y ser así usadas como impresoras de muy alta calidad.

Dentro de la línea maquiladora, Lógica fabrica calculadoras de escritorio y máquinas de escribir para algunas de las más prestigiadas compañías argentinas, italianas y estadounidenses.

LOGICA DIGITAL

DIRECCION
GENERAL



Breve Descripción de Funciones

DIRECCION GENERAL:

- Tiene a su cargo el diseño del producto y la aplicación de la tecnología necesaria.
- Coordina el trabajo de todos los departamentos
- Se ocupa de la obtención y manejo de recursos financieros.
- Maneja la sociedad como administrador único.

DIRECCION TECNICA:

- Se encarga de coordinar los aspectos técnicos y organizativos de cada uno de los departamentos a su cargo y es quien hace las contrataciones de personal.

GERENCIA DE SISTEMAS:

- Maneja la información integral de la empresa por medio de sistemas computacionales.
- Emite listados de nómina, facturación, control de inventarios, órdenes de producción, máquinas en servicio etc.

GERENCIA DE INGENIERIA:

- Implementa los diseños.
- Verifica todas las piezas que llevará un nuevo modelo, los sustitutos posibles, desarrollo del método de armado del producto, asesoría a producción para el ensamble.

GERENCIA DE ADMINISTRACION:

- Lleva el aspecto contable de la empresa. (estados financieros, nóminas, balances, estados de resultados, etc.)
- Lleva los aspectos legales de la sociedad.
- Paga impuestos, seguro social, etc.

GERENCIA DE TRAFICO:

- Se encarga de realizar los trámites necesarios ante el gobierno con respecto a importaciones y exportaciones, sea de piezas o productos terminados.

SUBDIRECCION DE CONTROL DE MATERIALES.

- Supervisa los departamentos a su cargo.
- Proporciona asesoría técnica para la elección de materiales y materias primas sustitutos.

GERENCIA DE COMPRAS:

- Se encarga de buscar y seleccionar proveedores.
- Coordina la programación y seguimiento de pedidos.
- Da entrada a los materiales y materias primas al sistema.

CONTROL DE MATERIALES DE ENTRADA

- Establece con los proveedores formas de empaque, lotificación y lugar de entrega.
- Establece los criterios de control de calidad del material y las materias primas, desarrollando métodos para el chequeo y determinando si el material es aceptado o rechazado.
- Supervisa el traslado al almacén y registro de entrada.
- Verifica la calidad en las instalaciones del proveedor.

ALMACEN GENERAL:

- Se encarga de la lotificación de los componentes para enviar a producción
- Surte requerimientos de material para producción, reposición o complementación.

GERENCIA DE VENTAS:

- Coordina el funcionamiento de las tres ramas en que se divide el sistema de ventas de Logica Digital.
 - VENTAS 1: Ventas directas a particulares.
 - VENTAS 2: Ventas al sector público
 - VENTAS 3: Atención a los distribuidores.

PRODUCCION:

- Organiza la producción según los planes.
- Supervisa los distintos departamentos productivos.

GERENCIA DE SERVICIO:

- Lleva un control de las fallas que las máquinas presentan y elaboran reportes que se pasan a producción con el fin de evitarlas en su fabricación:

- Existe un departamento de servicio externo que da mantenimiento a las máquinas fuera de la compañía,

- Y el departamento de servicio interno que repara las máquinas que llegan a sus instalaciones.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

I. INTRODUCCION AL ESTUDIO DE METODOS

1. Definición y fines del estudio de métodos.

"El estudio de métodos es el registro y examen crítico-sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos."

Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

- a) Mejorar los procesos y los procedimientos.
- b) Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- c) Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- d) Mejorar la utilización de materiales, maquinaria y mano de obra.
- e) Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

Existen varias técnicas de estudio de métodos apropiadas para resolver problemas de todas las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos de los operarios en trabajos repetitivos. En todos los casos, el procedimiento es fundamentalmente el mismo.

2. Procedimiento básico.

Al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden bien determinado, que puede resumirse como sigue:

1. DEFINIR, el problema
2. RECOGER, todos los datos relacionados con él.
3. EXAMINAR, los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.
4. CONSIDERAR, las soluciones posibles y optar por una de ellas.
5. APLICAR, lo que se haya resuelto.
6. MANTENER, en observación los resultados.

Hemos visto ya el procedimiento básico del estudio del trabajo, que comprende a la vez los procedimientos de estudio de métodos y los de medición del trabajo. Examinaremos ahora cuáles son las etapas básicas del estudio de métodos:

1. SELECCIONAR, el trabajo que se va a estudiar.
2. REGISTRAR, todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa.

3. EXAMINAR, con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.
4. IDEAR, el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.
5. DEFINIR, el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.
6. IMPLANTAR, ese método como práctica normal.
7. MANTENER, en uso dicha práctica instituyendo inspecciones regulares.

3. Algunos factores de peso para la selección.

Siempre que se quieran hacer estudios, hay algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta:

1. CONSIDERACIONES DE INDOLE ECONOMICA. Estas son importantes en todas las etapas. Sería naturalmente, perder el tiempo iniciar o continuar una larga investigación cuando el trabajo es de poca importancia o se piense que no va a durar.

2. CONSIDERACIONES DE ORDEN TECNICO. Estas suelen ser evidentes. Lo más importante es cerciorarse de que se cuenta con los técnicos necesarios para el estudio.

3. RELACIONES HUMANAS. Estas merecen particular atención, pues es preciso imaginar por anticipado los sentimientos e impresiones que despertará la investigación o el cambio de métodos. Si se conocen bien las costumbres y la gente del lugar, probablemente se atenúen los problemas. Es importante explicarle al trabajador de cualquier nivel los principios generales y los móviles del estudio, y si a pesar de todo, subsisten malestares se debe insistir en el convencimiento de que los cambios propuestos van a beneficio directo de la operación del trabajo o finalmente conducen a ventajas económicas generales que permiten el aumento de la producción, o en casos extremos la permanencia de la actividad en el mercado productivo y la conservación de los puestos de trabajo.

4. Registrar los hechos.

Después de elegir el proceso de trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a REGISTRAR todos los hechos relativos al método en uso. El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear

el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas.

La forma corriente de registrar los hechos consiste en anotarlos por escrito, pero esto nos lleva a la dificultad del cómo registrar aquellos procedimientos, que como tantos en la industria moderna, son muy complicados.

Para evitar esta dificultad se idearon otras técnicas o "instrumentos" de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan inmediatamente.

Entre tales técnicas, las más corrientes son los **MÉTODOS GRÁFICOS** y **DIAGRAMAS**, de los cuales hay varios tipos uniformes, cada uno con su respectivo propósito. Estos gráficos se dividen en dos categorías:

a) Los que sirven para consignar una **SUCESION** de hechos o acontecimientos **EN EL ORDEN EN QUE OCURREN**, pero sin reproducirlos a escala.

- Cursograma sinóptico del proceso.
- Cursograma analítico del operario.
- Cursograma analítico del material.
- Cursograma analítico del equipo.
- Diagrama Bimanual.


b) Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando **SU ESCALA DE TIEMPO**, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

- Diagrama de actividades múltiples.
- Simograma.


c) Existen gráficos y diagramas para indicar el movimiento más claramente de lo que lo hacen los contenidos en los dos grupos anteriores. Por lo general no llevan tantas indicaciones como éstos y sirven más bien para completarlos que para reemplazarlos.

- Diagramas de recorrido.
- Diagrama de hilos.
- Ciclograma.
- Cronocilograma.
- Gráfico de trayectoria.


* Símbolos empleados en los cursogramas:

 === OPERACION.


Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica física o químicamente durante la operación.

 === INSPECCION


Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.

 === TRANSPORTE.

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

 === DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA.

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo: trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

 === ALMACENAMIENTO PERMANENTE.

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se le recibe o entrega mediante una forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

 === ACTIVIDADES COMBINADAS.

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección.

5. Breve descripción de los métodos a usar.

a) Cursograma sinóptico

Con frecuencia es útil ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado, esta es, precisamente, la finalidad del cursograma sinóptico.

"El CURSOGRAMA SINOPTICO es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones"

Sólo se anotan, pues, las operaciones principales,

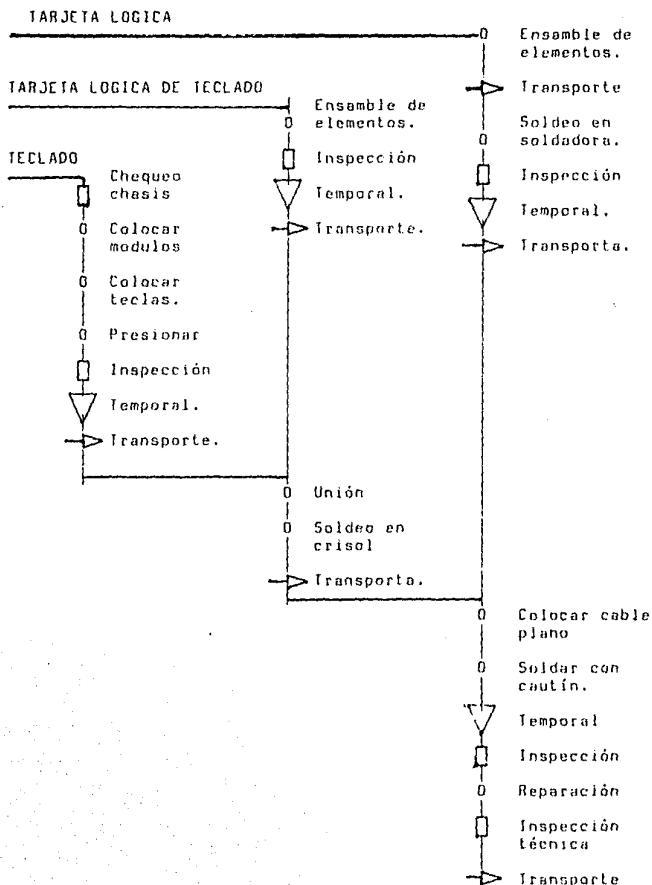
así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo. Para este cursograma se necesitan solamente los símbolos correspondientes a "operación" y a "inspección".

A la información que dan por sí mismos los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando ya se conoce ésta, el tiempo que se le fija a cada uno.

Al hacer un cursograma sinóptico suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que es objeto la unidad o componente principal del montaje, que en este caso es el eje, y si hubiese otros componentes, se situarían de derecha a izquierda según el orden de montaje en la pieza principal.

Se verá que en unas y otras la numeración comienza por uno y sigue sin interrupción de un componente a otro partiendo de la derecha hasta el punto en que el segundo componente se une con el primero. La sucesión numérica pasa entonces al componente siguiente de la izquierda y sigue por la operación en que se unen los dos primeros componentes hasta el punto de montaje siguiente, de donde se salta al componente que está por ensamblarse y así sucesivamente hasta llegar al último componente.

Ejemplo de cursograma sinóptico: (se tomó el de Lógica)



b) Cursograma analítico

"El CURSOGRAMA ANALITICO es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que le corresponda. Tiene tres bases posibles:

EL OPERARIO Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.

EL MATERIAL Diagrama de cómo se manipula o trata el material.

EL EQUIPO Diagrama de cómo se emplea.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de "operación" e "inspección", los de "transporte", "espera" y "almacenamiento".

Sea cual sea la base del cursograma que se establezca, siempre se utilizan los mismos símbolos y se aplican procedimientos similares. En realidad sólo suele haber un formulario impreso único para los tres tipos, con un encabezamiento donde figuran las tres posibilidades, y se tachan las dos que no corresponden.

Como es mucho más detallado, el cursograma analítico no abarca por lo general tantas operaciones por hoja como puede hacerlo el sinóptico, de modo que se acostumbra establecer un cursograma aparte para cada pieza importante de un ensamblado, a fin de poder estudiar por separado las manipulaciones, esperas y almacenamientos de que es objeto cada una. Por eso, el cursograma analítico suele consistir en una sola línea.

Antes de examinar todas las aplicaciones posibles del cursograma analítico como medio de mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados, vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los diagramas. Son importantes porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar

los métodos: sea cual fuera la técnica que se utilice más adelante, la preparación del diagrama es siempre el primer paso.

1. Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión panorámica de lo que sucede y se entienden más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.

2. Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Una vez inscritos, puede uno despreocuparse de recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo al dar explicaciones a terceros. Los cursogramas no deberán hacerse de memoria, sino a medida de que se observa el trabajo, salvo -evidentemente- cuando se trate de ilustrar un proyecto para el futuro.

3. Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud, puesto que las copias se utilizarán para explicar proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos, y un diagrama deseado siempre hace mala impresión y puede causar errores.

4. Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberían llevar como encabezado espacios donde apuntar:

a) El nombre del producto, material o equipo representado, con el número del dibujo o número de clave.

b) El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término y si el método es el proyectado o el utilizado.

c) El lugar en que se efectúa la operación.

d) El número de referencia del diagrama y de la hoja y el número de hojas.

e) El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba el diagrama.

f) La fecha del estudio.

g) La clave de los símbolos empleados, por si posteriormente utilizan el diagrama personas acostumbradas a símbolos distintos. Resulta práctico exponerlos como parte de un cuadro que resuma las actividades según los métodos actuales y según los métodos propuestos.

h) Un resumen de la distancia, tiempo y, si se juzga conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales, para poder comparar los métodos antiguos con los nuevos.

5. Antes de dar por terminado el diagrama se debe verificar lo siguiente:

a) Se han registrado los hechos correctamente?

b) Se han registrado todos los hechos que constituyen el proceso?

c) Se han hecho demasiadas suposiciones y es la investigación tan incompleta que quizá sea inexacta?

c) Diagrama bimanual

"El diagrama bimanual es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas"

Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos, y a veces los pies, del operario en movimiento o en reposo y su relación entre sí, por lo general con referencia a una escala de tiempos. Esta es importante en el diagrama porque permite colocar más fácilmente, uno frente al otro, los símbolos de los movimientos que las dos manos ejecutan al mismo tiempo.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en ese caso se registra uno solo ciclo completo de trabajo, pero con más detalles que lo habitual en los diagramas de la misma serie. Lo que figuraría en un cursograma analítico como una sola operación se descompone aquí en varias actividades elementales. Los símbolos que se utilizan son generalmente los mismos que en los demás diagramas ya estudiados, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

El símbolo de OPERACION se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material.

El símbolo de TRANSPORTE se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.

El símbolo de DEMORA TEMPORAL O ESPERA se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque quizá trabajen las otras).

El símbolo de ALMACENAMIENTO O SOSTENIMIENTO se emplea en los diagramas bimanuales para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando. Cabe hacer notar que en este tipo de diagramas no se utiliza como almacenamiento.

El símbolo de INSPECCION casi no se emplea, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras se lo sujeta y mira o se lo calibra) los movimientos de la mano vienen a ser "operaciones" a los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de "inspección" para hacer resaltar que se examina algo.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores del trabajo, y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que hacer. Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama, exactamente igual que con todos los demás diagramas o cursogramas. Tal vez haya formas

de simplificar el trabajo, y si se hace un diagrama de cada una es mucho más sencillo comparárlas. El mejor método, por lo general es el que menos movimientos necesita.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden representar ciertos problemas. Al montar piezas pequeñas ajustadamente, "la puesta en posición antes del montaje" puede ser la parte más prolongada del ciclo. En tales casos la "puesta en posición" deberá exponerse como un movimiento en sí ("operación"), aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo: colocar la punta de un destornillador en la cabeza de un tornillo pequeño). Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se lograrán economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones.

Notas sobre la composición de un diagrama bimanual

El formulario del diagrama deberá comprender:

- + Espacio en la parte superior para la información habitual.
- + Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo o para el de las planillas, etc.
- + Espacio para los movimientos de ambas manos.
- + Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad.

Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de operaciones varias veces antes de comenzar con las anotaciones.
2. Registrar UNA SOLA MANO cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez
4. La acción de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Tanto da el punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la otra mano.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón sólo CUANDO TIENEN LUGAR AL MISMO TIEMPO.

6. Las acciones que tienen lugar SUCESIVAMENTE deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.

7. Procúrese registrar TODO lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

d) Diagrama de actividades múltiples

"Este es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas."

Se utiliza para analizar operaciones por cuanto al tiempo que se requiere para la ejecución de elementos o actividades principales, manuales y de máquina, y para colocar los elementos en una escala de tiempo. Entonces se podrán examinar las relaciones existentes entre el hombre y la máquina o entre los miembros de una cuadrilla.

Al representar en distintas columnas verticales, según una escala de tiempos común, las actividades de diversos obreros o máquinas, se ve de una ojeada en qué momentos del proceso está inactivo cualquiera de dichos elementos. Estudiando más atentamente el gráfico, a menudo se logra combinar en otra forma las actividades para suprimir estos tiempos improductivos.

El diagrama de actividades múltiples es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de mantenimiento cuando no se puede dejar detenida una maquinaria costosa más de lo estrictamente necesario. Se puede utilizar asimismo para determinar cuántas máquinas debería poder atender un operario o grupo de operarios.

Las actividades de diversos operarios o de diferentes máquinas y operarios se registran en este diagrama en función del tiempo activo o inactivo. Según duren mucho o poco los diversos períodos de trabajo o de inactividad (minutos o segundos), se utiliza un reloj de pulsera corriente o un cronómetro; no se necesita una precisión rigurosa, aunque sí la suficiente para que el diagrama sirva. Entonces se marcan los tiempos en las columnas respectivas.

II. ESTUDIO DE TIEMPOS

1. Definición

"El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido"

El equipo necesario para llevar a cabo esta labor es:

- a) Un cronómetro
- b) Formas de estudio adecuadas

2. Fases para realizar un estudio de tiempos

- A. Preparación
- B. Ejecución
- C. Valoración
- D. Suplementos
- E. El tiempo tipo

A. Preparación para estudio de tiempos

a) Selección de la operación.

De cuál operación vamos a medir su tiempo en primer orden, es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de medición. No obstante lo anterior, podemos emplear los siguientes criterios para hacer la elección.

1. El orden de la operaciones según se presentan en el proceso.
2. La posibilidad de ahorro que se puede esperar en la operación.
3. Según necesidades específicas.

a) Selección del trabajador.

Para la elección del trabajador que nos servirá a nosotros para el estudio hay que tomar en cuenta ciertos factores, como son:

1. Habilidad.

Cuando se pueda escoger entre varios operarios, es mejor preguntar al encargado y a los representantes de los trabajadores que obrero, a su juicio, se debería estudiar primero, subrayando que debe de ser competente y constante en su trabajo. Deberá tener un rendimiento promedio o ligeramente superior, y en ningún caso deberá ser una persona que por temperamento no pueda trabajar normalmente cuando le observan.

2) Deseo de cooperar.

Una vez seleccionado el operario cuyo trabajo se estudiará en primer lugar, el especialista deberá hablarle, en

compañía del supervisor o del encargado para explicarle cuidadosamente el objeto del estudio y lo que se pretende hacer. Se le pedirá que trabaje a su ritmo habitual, haciendo las pausas a que esté acostumbrado, y se le recomendará que exponga las dificultades con que tropieza. Esta última fase sobra cuando el estudio del trabajo es algo común y corriente y todos saben para que sirve, pero no debe omitirse con trabajadores nuevos; los nuevos especialistas o sus asistentes deben ser presentados al personal dirigente y a los operarios al iniciar sus funciones. Es importante convencer al supervisor de que no vigile más al trabajador: hay obreros que experimentan verdadero pánico cuando los observa su superior.

c) Actitud frente al trabajador.

1. El estudio nunca deberá hacerse en secreto.

Es importante la posición en que se coloca el especialista con relación al operario. Debería situarse de modo que pueda observar todo lo que hace el operario, particularmente con sus manos, sin entorpecer sus movimientos ni distraer su atención. De ningún modo se intentará cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronómetro escondido. No sería honrrado. El estudio del trabajo no debe tener nada que ocultar.

2. El estudio debe hacerse de preferencia de pie.

Entre los obreros hay tendencia a pensar que todo el trabajo les toca a ellos, mientras que el analista es un mero espectador. Acentuaría esta impresión si se instala cómodamente: pronto le perderían el respeto.

3. El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador. Así mismo deberá guardar respeto por el operario a quien estudia y no comentar nada del trabajo realizado por los demás operarios de la empresa.

d) Análisis de comprobación del método de trabajo.

Nunca debe cronometrarse una operación que no haya sido normalizada. Esta normalización de los métodos de trabajo consiste en un procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una NORMA DE METODO DE TRABAJO para cada una de las operaciones que se realizan en una fábrica. En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas empleadas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación (p.e. lentes, mascarillas, extinguidores, delantales, botas, etc), los requisitos de calidad para dicha operación y un análisis de movimientos de mano derecha y de mano izquierda.

El objeto de dicha norma será vigilar que todos los trabajos iguales de una fábrica sean ejecutados siguiendo un mismo método de trabajo para lo cual la norma es el arma indispensable para llevar a cabo dicha normalización de operaciones.

Sólo mediante la normalización de los métodos de trabajo es factible lograr buenos niveles de calidad y de productividad de mano de obra.

B. Ejecución del estudio de tiempos.

a) Obtener y registrar toda la información.

Es importante registrar toda la información pertinente obtenida por observación directa, por si acaso se debe consultar posteriormente el estudio de tiempos. Si la información es incompleta, el estudio puede ser prácticamente inútil a los pocos meses. Dicha información puede agruparse como sigue:

1. Información que permita hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite.
2. Información que permita identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina.
3. Información que permita identificar con exactitud el producto o pieza que se elabore.
4. Información que permita identificar al operario.
5. Duración del estudio.
6. Condiciones físicas de trabajo.

b) Descomponer la tarea en elementos.

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario necesarios para poderlos identificar debidamente más tarde y de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en la circunstancias existentes, se procederá a descomponer la tarea en elementos.

El elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para

fines de observación y cronometraje.

Existen determinadas reglas para seleccionar los elementos:

1. Los elementos deberán ser de identificación fácil, teniendo comienzo y fin claramente definidos. El comienzo o fin pueden ser reconocidos por medio de un sonido, cuando se enciende una luz, se inicia o se termina un movimiento básico.

2. Los elementos deben ser todo lo breves que sea posible. Una unidad mínima generalmente aceptada es de 0.06 de minuto (3.6 seg.).

3. Los tiempos de trabajo del operario deben separarse de los trabajos de máquina.

Los elementos pueden ser clasificados dentro de diferentes grupos según sus características. Estos grupos son:

* Elementos repetitivos. Son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado

* Elementos casuales. Son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Estos se consideran como de tiempo provechoso.

* Elementos constantes. Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.

* Elementos manuales. Son los que realiza el trabajador.

* Elementos mecánicos. Son los realizados automáticamente por una máquina a base de fuerza motriz.

* Elementos dominantes. Son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.

* Elementos extraños. Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

Los anteriores tipos se pueden aplicar tanto en trabajos manuales o mecánicos, es decir, estos últimos son aquellos controlados por el proceso. Así también puede darse el caso de que el trabajo sea mixto, es decir, que haya dentro de un ciclo tiempo de máquina y tiempo invertido por un operario para llevar a cabo el trabajo.

c) Medición del tiempo.

Una vez que tenemos registrada toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo es necesario realizar la siguiente fase que consiste en hacer la medición del tiempo de la operación. A esta tarea también se le llama comúnmente: CRONOMETRAJE. Como ya fue aclarado anteriormente, para hacer esta tarea utilizamos un cronómetro de tipo industrial para la medición. Y éste es aquel que lleva en lugar del conocido cronómetro de 60 divisiones, lleva 100 para poder calcular el tiempo en base decimal, es decir, en centésimas de minuto, aunque también se considera como excelente el de diezmilésimas.

Existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro:

1. Cronometraje acumulativo.

En el cronometraje acumulativo el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora (el tiempo) que marca el cronómetro y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio. Con este procedimiento se tiene la seguridad de registrar todo tiempo en que el trabajo está sometido a observación.

Ventajas.

- * Permite demostrar exactamente al trabajador, como se empleó el tiempo durante el estudio. De esta manera se evitan las suspicacias y se puede demostrar la buena fe del estudio.

- * Teóricamente no se pierde tiempo en los retrocesos, lo que hace que las lecturas sean más exactas. Estudios hechos por medio de películas, han demostrado que al efectuar el retroceso se pierden entre 0.00030 y 0.00097 horas (0.00180 y 0.00582 min)

- * Los errores en la lecturas tienden a compensarse.

Desventajas:

- * Se necesita mucho trabajo de escritorio.

- * Es menos flexible.

- * Se necesita mucha más práctica para hacer correctamente las lecturas.

- * La lectura se hace con la manecilla en movimiento.

2. Cronometraje con vuelta a cero.

En el cronometraje con vuelta a cero los tiempos se toman directamente: al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente sin que el mecanismo se detenga ni un momento.

Ventajas:

- * Proporciona directamente el tiempo de duración de cada elemento, disminuyendo notablemente el trabajo de escritorio.
- * Es muy flexible, ya que cada lectura se comienza siempre en cero.

Desventajas:

* Es menos exacto, ya que se pierde tiempo durante cada uno de los retrocesos. En un estudio hecho por el Dr. Abruzzi, se encontró que una operación tomaba 2.25 horas, al sumar todos los elementos medidos por el método del retroceso, descubrió que tan solo sumaban 1.97 horas. (1) Aunque cabe hacer mención de que este método en manos muy expertas puede ser igualmente bueno. Mundel cita unos ensayos comparativos de los dos métodos, efectuados por Lazarus en el laboratorio de estudio de tiempos de la universidad de Purdue con la participación de varios analistas expertos (2).

* Permite suspicacias de los trabajadores y puede crear conflictos de trabajo, ya que el sindicato, o el trabajador, pueden alegar que el tomador de tiempo detenía y arrancaba el reloj según su propia conveniencia, sin que éste pueda demostrar lo contrario.

* Como cada una de las lecturas se inicia en cero, el error que se cometa no tiende a compensarse.

* La lectura se hace con la manecilla en movimiento.

(1) Lo cual, por otro lado demuestra que el estudio no fue bien realizado dado que la diferencia entre las cantidades mencionadas es del 12.4%.

(2) L.P. Lazarus: "The nature of stop-watch time study errors", en Advanced Management, mayo de 1950, págs 15-16.

b) Cálculo del tiempo observado.

El tiempo observado de la operación se obtiene sumando los valores medios de cada elemento que componen la operación. Para su obtención se deben observar ciertos convenios generales en su cálculo, estos pueden ser:

Número de ciclos que deben computarse.

El estudio de tiempos es una técnica de muestreo y como tal la exactitud con que la valoración final refleje el verdadero valor del tiempo de los elementos de una operación y el tiempo total de la misma depende, hasta cierto punto de la magnitud de la muestra. El número de ciclos que deberán observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de las normas generales siguientes:

1. El número de ciclos durante los que se debe observar una tarea cambia en función de las variaciones de los tiempos de los elementos de dicha tarea. Será necesario observar durante un número de ciclos mayor que en condiciones normales los trabajos en que el material varía de una a otra pieza, donde sea difícil colocar adecuadamente las piezas en los dispositivos de fijación o, que exijan acabado meticuloso o de tolerancia mínima.
2. El número de ciclos a observar dependerá del grado de exactitud que se desee.
3. El estudio debe mantenerse durante un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos infrecuentes, como la manipulación de recipientes, de piezas determinadas, la limpieza periódica de máquinas o lugares de trabajo o el ajuste de las herramientas.
4. También se puede usar un método estadístico:

Con el método propuesto basado en la estadística, hay que efectuar un cierto número de observaciones preliminares (n) y luego aplicar la fórmula siguiente (1) para un nivel de confianza del 95.45 por ciento y con un margen de error del +/- 5%:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' x - (\sum x)^2}}{x} \right)^2$$

siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar

n' = número de observaciones del estudio preliminar

\sum = Suma de los valores

x = valor de las observaciones

El método estadístico para determinar el tamaño de la muestra es fidedigno en la medida en que los supuestos establecidos también lo sean. En la práctica es un método difícil de aplicar, ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos. Como el tamaño de la muestra variará según las observaciones para cada elemento de un mismo ciclo, a menos, claro está que los elementos tengan más o menos el mismo promedio.

2. Lecturas falladas por el observador.

Cuando el analista de tiempos no anota en el momento adecuado una lectura determinada, en lugar de estimar el valor de la misma debe anotar honradamente que falló en la lectura, ésto se indica inscribiendo la letra FF en lugar de la lectura. Aunque se debe procurar no fallar para obtener óptimos resultados.

3. Elementos omitidos por el operario.

Esta situación no es frecuente, cuando se presenta significa que el observador no hizo el estudio de procedimientos adecuado para la observación de esa tarea, sin embargo, si se repite la omisión en un gran número de piezas es una muestra evidente de que no es necesario para esa operación y que debió haberse incluido en los elementos extraños. La omisión se señala poniendo una línea horizontal en el espacio destinado a la lectura.

4. Elementos realizados sin guardar el orden normal.

Muchas veces existen combinaciones de elementos, en una operación que puede realizarse igualmente bien, en orden diferente de aquel que el tomador había considerado como normal. Cuando el operario cambia de orden de alguno de estos elementos se procede de la siguiente manera:

Se traza una raya horizontal a través del espacio destinado a la lectura del elemento que se está realizando en orden diferente al establecido. Debajo de esta raya se anota la lectura del cronómetro al comenzar el elemento (esta lectura es la misma con la que terminó el elemento precedente y sobre la raya se anota la lectura correspondiente a la terminación del mismo, se procede igualmente con todos los elementos cuyo orden se haya invertido y con el primero que se haga, después de guardar el orden normal. Aunque, como ya se mencionó, es prioritario un estudio a fondo del método para evitar estos casos.

5. Elementos Extraños

Como es imposible prever las interrupciones y los retrasos que inevitablemente ocurrirán durante el estudio, a todo elemento no considerado inicialmente se le llama elementos extraños.

C. Valoración del ritmo de trabajo

a) Introducción.

La valoración del ritmo de trabajo y los suplementos son los dos temas más discutidos en el estudio de tiempos. Estos estudios, en efecto, tienen casi siempre por objeto en las empresas, determinar tiempos tipo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto, determinar los costos estándar, o establecer sistemas de salarios con incentivos. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en los ingresos de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa. El estudio de tiempos no es una ciencia exacta, aunque se han hecho muchas investigaciones, particularmente en los Estados Unidos, para tratar de darle base científica. Sin embargo, la valoración de la cadencia de trabajo del operario y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines fueron en gran parte cuestión de criterio y por tanto objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores, pero hoy en día, en que la tecnología se ha ido desarrollando y existen métodos científicos para la valoración de estos ritmos.

Se han ideado varios métodos para evaluar el ritmo de trabajo del operario y cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Los que a continuación se expondrán corresponden a los aplicados corrientemente con buenos resultados. Bien aplicados, serán aceptados tanto por la dirección de la empresa como por los trabajadores. Indudablemente proporcionarán al lector un sistema básico sólido, que le servirá para la mayoría de los casos y que podrá perfeccionar más adelante si la naturaleza de la operación exige, por ejemplo, que se mida otra cosa y no la velocidad.

b) Definición

"Valoración es el procedimiento por el cual el analista de tiempos compara la ejecución del trabajador, con una ejecución considerada como normal: con objeto de ajustar el tiempo que desarrolla en una tarea estudiada, a los que considera debe desarrollar un trabajador normal (promedio), trabajando a un ritmo normal en condiciones normales."

La valoración tiene por fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador promedio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación, el control y los sistemas de primas. Por consiguiente, lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con las bases preestablecidas de lo que es la velocidad normal. La velocidad de trabajo representada por el tiempo invertido en ejecutar los elementos de la operación es, en realidad, lo único que se puede medir con el cronómetro. La mayoría de las autoridades en la materia lo reconocen.

De qué velocidad se trata? Definitivamente no es la velocidad de movimientos solamente la que hay que medir, porque un trabajador no calificado puede ejecutarlos con extraordinaria rapidez y a pesar de ello invertir más tiempo en la operación que su colega calificado que parece trabajar con más lentitud. El trabajador no calificado realiza muchos movimientos innecesarios que el experimentado eliminó hace mucho tiempo. Lo único que importa es la velocidad útil de la operación, y solo se logra valorarla cuando se conocen a fondo, por experiencia, las operaciones que se observan. Es muy fácil que el observador inexperto crea erróneamente que el operario está rindiendo mucho porque hace muchos movimientos con gran rapidez, o bien que no valore el ritmo de trabajo del operario experto, que actúa en apariencia con lentitud, pero ahorrando movimientos.

c) Trabajador Promedio

Definición

"El trabajador promedio en una determinada clase de trabajo es el que posee la inteligencia y las facultades físicas necesarias, y la formación y experiencia suficientes para ejecutarlo, con arreglo a normas aceptables de calidad, y cuya habilidad y rendimiento sean promedios dentro del grupo examinado"

Al referirse a un trabajador promedio, no se quiere decir que sea el promedio de todos los hombres, mujeres y niños del mundo, sino que se refiere al promedio de todos los trabajadores que hacen esa tarea, en las mismas condiciones.

d) Escalas de valoración

Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo hace falta una escala numérica que sirva de patrón para calcularlos. La valoración se puede utilizar entonces como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo del trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse.

Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero la más corrientes son la 100-133, la 60-80, la 75-100, la 100-140. En las tres escalas primeras el valor mas bajo se atribuye en cada caso al ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, que siempre es superior en un tercio, al que hemos llamado ritmo tipo, o sea el del obrero calificado debidamente motivado para aplicarse en su trabajo. Todas las escalas son lineales, y por tanto no se necesita señalar un punto intermedio entre el cero y la cifra que haya de representar al ritmo tipo, tal como ha quedado definido. Sea cual fuere la escala empleada, los tiempos tipo que se obtengan deberían ser equivalentes, puesto que el trabajo en sí no cambia aunque se utilicen distintas escalas.

e) Como se efectua la valoración

La cifra 100 representa el desempeño tipo. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicará un factor inferior a 100. Si por el contrario, opina que el ritmo de trabajo es superior a lo que se ha establecido como ritmo tipo, él deberá de marcar un valor superior a los 100. Al 140 de la última escala se le considera como el tiempo óptimo.

Si la valoración fuese siempre impecable, por muchas veces que se valorara y cronometrara un elemento el resultado sería invariablemente que:

$$\text{TIEMPO OBSERVADO} * \text{VALOR ATRIBUIDO} = \text{CONSTANTE}$$

a condición de que el elemento sea del género que llamamos constante y se efectúe siempre de la misma manera.

f) Efecto de la valoración sobre el tiempo observado.

Independientemente del método y escala que se empleen, el resultado de aplicar la valoración será obtener un tiempo normal o base para la operación o elemento que se está estudiando.

El tiempo básico es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, o sea:

$$\frac{\text{TIEMPO OBSERVADO} * \text{VALOR DEL RITMO OBSERVADO}}{\text{VALOR DEL RITMO TIPO}}$$

D. Suplementos de la operación.

Introducción.

Ya hemos visto que al hacer el estudio de métodos imprescindible antes de cronometrar cualquier tarea, a energía que necesite gastar el trabajador para ejecutar la operación debe reducirse al mínimo, perfeccionando los métodos y procedimientos de conformidad con los principios de economía de movimientos y, de ser posible, mecanizando el trabajo. Sin embargo, incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar, se deben tomar en cuenta suplementos de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, y hay que añadir al tiempo básico otros suplementos más para establecer el contenido del trabajo.

Por razones obvias, el cálculo de los suplementos es una tarea sumamente delicada y difícil de llevar a cabo, por lo que se sugiere hacerla lo más objetivamente posible. Y el hecho de que el cálculo de estos no pueda ser siempre perfecto no justifica que se utilicen como depósitos donde acumular los factores que se hayan omitido al realizar el estudio.

La dificultad de preparar un conjunto universalmente aceptado de suplementos exactos, que puedan aplicarse a cualquier situación de trabajo y en cualquier parte del mundo, se debe a varios factores:

a) Asignables al trabajador.

1. Que el operario no desempeñe el trabajo al ritmo normal por falta de habilidad o esfuerzo o ambas.
2. Que el trabajador no aproveche el 100% del tiempo disponible de la jornada de trabajo, debido a la utilización de tiempos improductivos para satisfacer necesidades personales.

3. La reaccional grado de fatiga de cada uno de los trabajadores.

b) Asignables a la naturaleza del trabajo estudiado.

Se consideran así aquellos relacionados con la características del método y tipo de trabajo estudiado, como pueden ser:

1. Que el operario no desempeñe el trabajo al ritmo normal durante toda la jornada de trabajo, debido a la fatiga acumulada.

2. Por elementos extraños en el método de trabajo, por ejemplo:

Variaciones en las especificaciones del material o de la herramienta.

Operación del equipo fuera de condiciones normales y

Cambios temporales de las normas de calidad.

3. Por elementos contingentes, que son poco frecuentes en el método de trabajo y no están considerados en el estudio de tiempos realizado.

4. La utilización de equipo o vestimenta que dificulte el uso normal de las manos o la piernas.

5. Existencia de peligro constante o el riesgo de deteriorar un producto.

c) No asignables al método ni al trabajador.

1. Demoras en la actividad del trabajador, empleados para dar instrucciones o recibir información.

2. Tiempos improductivos debido a interrupciones del proceso productivo, como por ejemplo:

Falta de material

Descompostura del equipo

Falta de energía, etc

Por lo que hemos de definir como suplemento al tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes.

c) Los suplementos que son mas comunes son:

Por descanso: Es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Por contingencias: es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

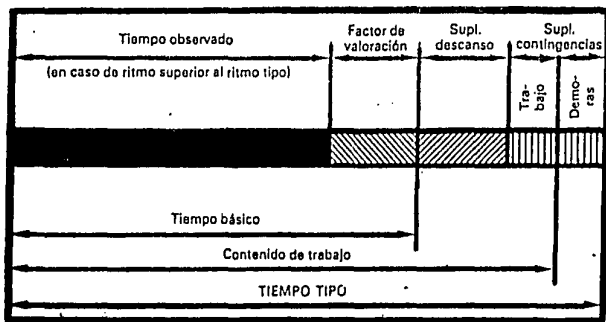
E. El tiempo tipo

Ya podemos ver el panorama completo del tiempo tipo correspondiente a una tarea u operación manual común, del género que sólo exige dos suplementos descritos con

detalle líneas arriba: los suplementos por contingencias y los suplementos por fatiga. El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, habida cuenta de la frecuencia con que se presenta cada elemento, más el suplemento por contingencias, con su añadido por descanso.

El tiempo tipo es el tiempo total de la ejecución de una tarea a ritmo tipo.

veamos:



CAPITULO III

ESTUDIO DE METODOS ACTUALES DE TRABAJO.

Para la fabricación de los diferentes modelos de calculadoras electrónicas o de máquinas de escribir en Lógica Digital se siguen diferentes procesos, que son llevados a cabo en diversos lugares. Los procesos que se examinarán son:

- I. El del armado de la tarjeta lógica.
- II. El montaje del teclado.
- III. La unión de los anteriores.
- IV. La revisión técnica de los mismos.

Cabe hacer mención que estas fases se llevan a cabo en un mismo edificio pero en pisos diferentes, y al concluirse la revisión técnica el producto en proceso se traslada a otro local.

ARMADO:

El armado de la tarjeta lógica (ver tarjeta lógica) es una de las primeras fases para el montaje de una calculadora o de una máquina de escribir. Tanto en la primera como en la segunda se colocan elementos similares siguiendo métodos exactamente iguales, diferenciándose únicamente en la cantidad de elementos que se colocan. El trabajo de armar tarjetas lógicas es realizado exclusivamente por mujeres dada su habilidad en el trabajo de precisión y este consiste en añadir, uno a uno, diferentes elementos: (resistencias de diversos valores, diodos, transistores, circuitos integrados, etc.) a una tarjeta de fenólico o baquelita hasta completar el total de elementos asignados para poder

enviar la tarjeta armada a la siguiente fase y poder proseguir con una tarjeta nueva.

Paralelamente al armado de esta tarjeta se monta el teclado que será el punto de comunicación entre el usuario y la máquina. El proceso de armado de los teclados se verá en detalle mas adelante.

Por otro lado, al final de la línea de armado está la sección de técnicos. Este es un departamento aislado del de armado y esta compuesto por hombres experimentados en el campo de la electrónica y quienes están capacitados para reparar las tarjetas cuando estas presenten defectos (ver técnicos).

Condiciones y medio ambiente de trabajo

Por lo que se refiere a las condiciones y medio ambiente de trabajo se observaron y analizaron una serie de factores relevantes tales como:

- I. El local de trabajo.
- II. Orden y limpieza.
- III. Iluminación.
- IV. Ventilación y temperatura.
- V. Ruido.

I. El local de trabajo:

Los lugares donde se efectúan los trabajos de armado son una estancia o local de 10.7 x 13.25 mts donde estan distribuidas unas 30 mesas según se puede apreciar en la figura 1 y un segundo local de 13.25 x 5 mts. donde hay unas 10 mesas alineadas en dos hileras, según lo muestra la figura 2, y que está en el piso inferior a aquel en el que se encuentra la estancia principal.

Las mesas del área principal están alineadas en grupos de 4, 5 ó 6 formando líneas y las personas trabajan en grupos o equipos según la tarea a realizar. Las mesas miden 120 x 120 cm de superficie y 87 cm de altura y trabajan 2 personas por mesa, sentadas una frente a otra.

Cada una de las trabajadoras tiene a su alcance toda la herramienta, materia prima y materiales necesarios para la realización del trabajo (fig. 3.2), la materia prima y los materiales están clasificados en pequeñas cajas según su forma, tamaño, valor específico o características comunes. En algunos casos las trabajadoras tienen a su lado pequeñas mesas donde hay material de mayor tamaño o mas delicado y en ocasiones, estas mesas son usada como almacén temporal antes de que las tarjetas ya armadas pasen a su siguiente fase.

Actual distribución de la zona de armado de tarjetas (Miq. de Escribir y Calculadora)

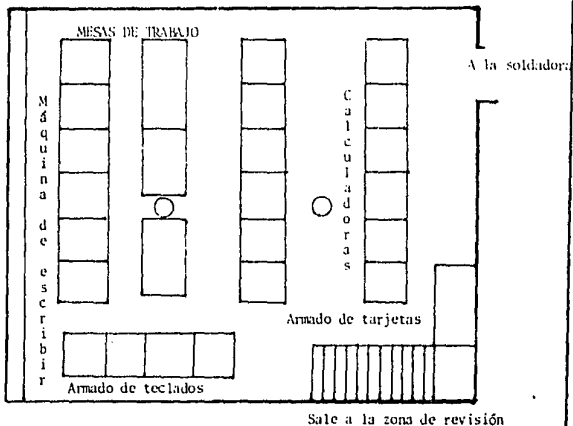


FIGURA No. 1

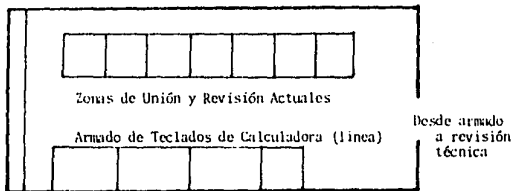


FIGURA No. 2

Hay una tercera sección en donde se llevan a cabo labores de revisión y reparación. Esta es igual en dimensiones a la mostrada en la fig. 2 y está situada un piso abajo de las dos áreas ya mencionadas. En esta sección se realizan los procesos de revisión final y técnicos que se detallarán más adelante.

II. Limpieza y orden:

Toda la materia prima para la producción programada mensual es entregada, dentro de los primeros días del ciclo, en grandes cajas difíciles de mover. Esto produce una acumulación de material en pasillos y mesas lo que dificulta la circulación y trabajo del personal y se puede perder gran cantidad de tiempo para encontrar un lote de materias primas (o una parte de uno de ellos) o del producto terminado. Otro de los graves problemas es que utilizan algunas de las mesas, que en ese momento no emplean para la producción, como almacenes temporales sea de materia prima o de producto terminado.

Como veremos en detalle más adelante, el sistema de producción es tal que en determinado momento las trabajadoras necesitan cortar pedazos sobrantes de alambre y elementos que se van acumulando a su alrededor. Después de varios ciclos el material de desperdicio es muy abundante lo que llega a ser muy incómodo y molesto además de dar una imagen de descuido y poca limpieza.

Por razones de seguridad y de limpieza la empresa dota a cada una de las trabajadoras con batas de trabajo para que protejan su ropa personal de manchas de grasa, de soldadura o de los ácidos que esta lleva o de la infinidad de raspaduras a las que están expuestas dado el tipo de trabajo que realizan.

En vista de que no existe un verdadero método de trabajo, cada una de las trabajadoras acomoda su lugar como le conviene lo cual contribuye al desorden general.

III. Iluminación:

Por lo que respecta a la iluminación se puede decir que es buena. La empresa cuenta con 40 tubos de neón, repartidos en 20 lámparas o luminarias distribuidas en 4 hileras paralelas a lo largo del área principal de armado y colocadas a la altura y posición adecuadas. Estas luminarias entregan aproximadamente 700 luxes en conjunto; en el segundo local, se cuenta con 14 tubos de neón repartidos en 7 luminarias acomodadas en 2 hileras paralelas que entregan aproximadamente 530 luxes.

En algunos casos, cuando el trabajo lo requiere, las trabajadoras cuentan con lámparas individuales con focos de 60W. de luz incandescente para iluminar el área cuando es necesario.

IV. Ventilación y Temperatura:

La empresa cuenta con un sistema de aire lavado muy eficiente que mantiene una temperatura agradable durante las horas de trabajo y permite la entrada de aire fresco a la estancia.

El sistema de aire lavado funciona haciendo pasar aire que se toma del exterior por una serie de filtros y humedecedores que lo limpian y le dan una humedad adecuada para luego enviarlo, por una serie de tuberías térmicas, al área principal de trabajo.

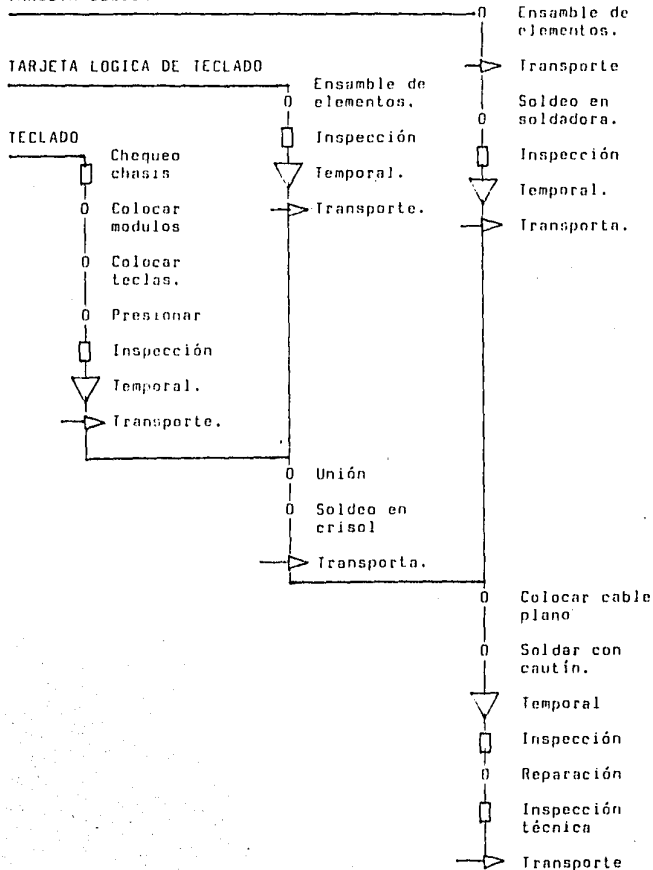
Dentro del sitio de labores es raro encontrar aire viciado dado que es muy poco frecuente el uso de pinturas o solventes y cuando esto es necesario se toman las medidas adecuadas, como usarlos cerca de ventanas abiertas etc., que en muy poco altera el beneficio del aire lavado. Pero existe el caso de las personas que sueldan con caudín y quienes se ven expuestas a los gases que emanan de la combustión de la soldadura. En estas áreas no existe ningún equipo de compensación de la alteración ambiental del aire.

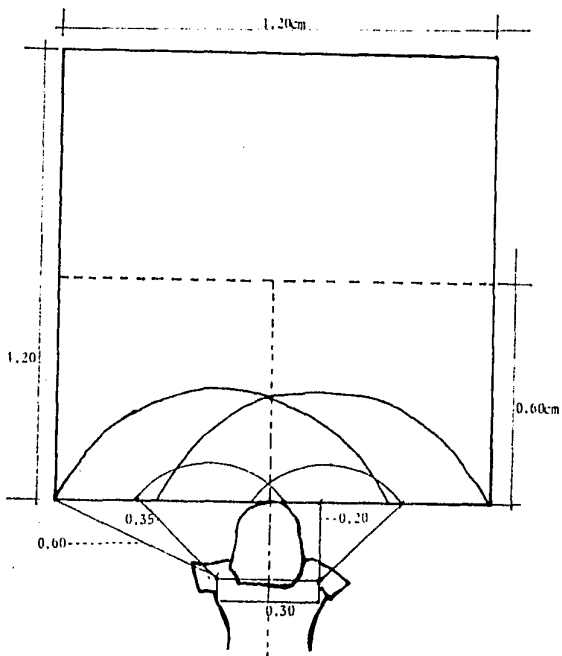
V. Ruido:

En esta parte del proceso el ruido es mínimo y no provoca molestia. Dentro de la estancia de trabajo existe un sistema de sonido con música ambiental y la mayor parte del ruido proviene del exterior: aviones que vuelan sobre la zona o el tráfico normal ciudadano o bien del mismo personal al charlar entre sí o al transportar material de un lado a otro.

Dado que no todas las fases del proceso se llevan a cabo en el mismo lugar las condiciones descritas varían aunque estas variantes son mínimas.

Proceso de montaje (Cursograma sinóptico):
TARJETA LOGICA





MESA DE TRABAJO DIMENSIONES Y SUS AREAS PRINCIPALES

FIGURA 3.2

1. Tarjeta lógica

Esta fase consiste en montar, sobre una pieza de fenólico o baquelita, una serie de elementos electrónicos que componen en conjunto el "cerebro" de la máquina. Esta pieza de fenólico también llamada tarjeta lógica esta construida de tal forma que permite colocar los diferentes componentes en ella dado que tiene unas perforaciones especiales que dan cabida a los conectores de los diferentes elementos. El espesor de la tarjeta no rebasa el 1.5 mm y su forma puede ser muy variada. Además de las perforaciones, la pieza tiene una serie de interconectores o "venas" (llamadas así puesto que da la impresión de que están dentro de ella), que permiten la interconexión de los elementos electrónicos según se haya diseñado el circuito. Este trabajo se realiza en el local principal descrito previamente.

Método Operativo de Armado de la Tarjeta Lógica:

La trabajadora tiene frente a sí toda la materia prima necesaria clasificada en unas pequeñas cajas y la herramienta que usará a lo largo del proceso de montaje; además tiene una tarjeta lógica ya armada que es exactamente igual a la que está produciendo de manera que puede consultar el método de colocación de un determinado elemento y al final comparar el trabajo realizado con el modelo, para así tener un mínimo de errores.

Se explicará en forma breve el método de armado dado que son muchos elementos y la gran mayoría de ellos se ensamblan de igual modo.

Los elementos tales como resistencias, diodos, transistores, etc., están compuestos por un cuerpo, que es en sí el elemento, y sus conectores o "patitas"; estas últimas miden mucho más de lo necesario por lo que, cuando los elementos son colocados en la tarjeta, la parte sobrante es cortada.

La trabajadora, antes de comenzar su proceso de montaje, se "aterriza", es decir, se coloca una muñequera conectada a "tierra eléctrica", con el fin de descargarse electrostáticamente y así proteger a los diferentes elementos de las cargas electrostáticas.

La persona toma la tarjeta con la mano izquierda y con la derecha toma uno a uno los elementos y los va colocando en la posición predestinada dentro del circuito. Mientras los elementos son colocados, ella, con la mano izquierda ayuda a doblar las "patitas" de estos. Una vez que han sido colocados varios elementos en su lugar, la trabajadora voltea la tarjeta y termina de doblar las "patitas" de los elementos que acaba de colocar de manera que éstos queden fijos en su lugar. El mismo procedimiento se repite hasta que haya un determinado número de elementos colocados, según le acomode a la persona, y entonces corta los sobrantes de las patitas pero de modo que el elemento permanezca en su lugar. Esta operación la hace con la mano derecha después de haber tomado unas pinzas de corte especiales para esta operación. El ciclo se repite hasta que la totalidad de elementos hayan sido colocados en su lugar.

Existen también elementos que no son como los descritos anteriormente, es decir, no tienen sus conectores o patitas muy largas (circuitos impresos, algunos puentes eléctricos, etc.) por lo que el modo de montaje de estos difiere en que después de ser colocados se les dobla alguna de sus "patitas" de manera que se atoren en la tarjeta.

Una vez que el proceso se ha completado la tarjeta ya armada, se coloca dentro de una caja de cartón a modo de almacenaje temporal. Cuando la caja se llena la persona encargada de la máquina soldadora pasa a recogerla y procede a la siguiente fase.

Cursograma sinóptico del proceso

0	Toma tarjeta de circuito
0	Toma elemento a colocar
0	Coloca en posición.
0	Dobla conectores.
0	Curta conectores
□	Inspecciona montaje
0	Coloca elementos que no llevan corte
□	Efectúa revisión final
0	Deja tarjeta montada en su caja

2. Soldeo en soldadora de ola:

Esta es la única fase del proceso que se lleva a cabo con la ayuda de una máquina especializada, que consiste en una soldadora de ola, cuya característica principal es que produce una "ola" de estaño, sobre la cual se hacen pasar las tarjetas lógicas ya armadas, de forma que queden soldados todos los elementos de un modo eficiente y rápido. Una de las principales ventajas es que reduce el número de corto circuitos que se producen cuando se sueldan las tarjetas con cautín; otra ventaja en el uso de este método es que hay una mayor velocidad en el soldeo, una mejor calidad y mayor limpieza lo cual repercute en las demás fases operativas ya que tienen que emplear menos tiempo en sus revisiones.

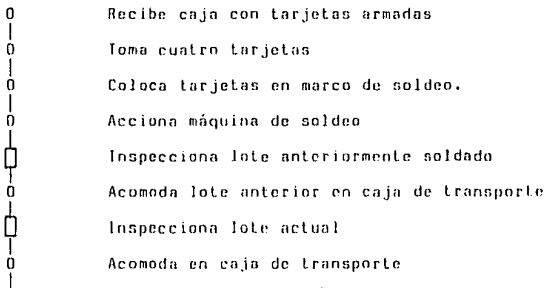
Método operativo de soldeo en soldadora de ola:

El operador recibe una caja de cartón donde van las tarjetas lógicas ya armadas, toma las tarjetas una por una y las coloca en una charola de soldeo o marco. Esta charola de soldeo tiene en su base 4 perforaciones iguales a

las formas de las tarjetas a soldar, de manera que la parte inferior de la charola muestra también las partes inferiores de las tarjetas para ser soldadas.

Posteriormente el operario hace funcionar la soldadora y esta lleva el marco con las tarjetas a lo largo de un riel. En una primera fase, la máquina aplica una sustancia llamada flux, cuya misión es desoxidar las partes de la tarjeta y permitir un óptimo soldeo, luego pasa las tarjetas por una plancha de calor para eliminar los residuos del flux y preparar las tarjetas. La última etapa consiste en hacer pasar las tarjetas por una "ola" de estaño, que suelda los elementos a la tarjeta.

Cursograma sinóptico del proceso



3. Teclado :

Esta es una fase paralela a la del armado de la tarjeta lógica y consiste en montar, sobre un chasis de metal o de plástico, los diferentes módulos, teclas y piezas especiales además de una tarjeta lógica propia del teclado que se arma aparte y de manera exactamente igual a como se arma las demás tarjetas. El teclado una vez armado, será el medio de comunicación entre el usuario y la máquina.(ver Tarjeta lógica).

Existen varios tipos diferentes de teclados, pero esencialmente podemos diferenciarlos entre los que se usarán para los diversos modelos de calculadoras y aquellos que se usarán para las máquinas de escribir; pero ambos procesos de montaje son similares.

El proceso de montaje de los teclados de la calculadora se lleva a cabo en el segundo local descrito previamente, usando para esto tres mesas: una de ellas es como las ya descritas (ver El Local de Trabajo), y las dos restantes son de 90 x 200 cm de superficie y 115 cm de altura, por lo que las trabajadoras, en una parte del proceso trabajan sentadas, y en una segunda fase lo hacen de pie.

Para el montaje de teclados de la máquina de escribir se usan dos mesas de 115 cm de altura situadas en el área principal de trabajo.

Método operativo de montaje de teclados:

Una o dos personas (según el volumen de producción requerido) revisan el lote completo de chasis, verificando que estén alineados con respecto a sus ejes, es decir, que no presenten ningún tipo de pandeo y que los orificios en los cuales entrarán los módulos de las teclas, no tengan deformaciones o exceso de material (rebabas). En el caso de que haya alguno de estos defectos y sea fácilmente corregible la misma persona procede a su reparación.

Después de que el chasis ha sido revisado, las trabajadoras colocan en él el amortiguador, que es una pequeña pieza de hule cuya función es la de evitar que la tecla del signo de más (+), por su forma alargada, golpee contra el chasis y se rompa. Esta operación se realiza con la ayuda de unas pinzas de punta.

Hay 2 tipos de módulos que sólo se diferencian por el color: los grises que están diseñados para trabajo pesado y solamente se colocan para la tecla del más (+), por su uso más frecuente y los módulos negros, que son de uso normal, se colocan en todas las demás teclas. Después de la colocación del amortiguador se acomoda el chasis en un pequeño dispositivo a forma de caja hueca y que tiene las medidas precisas del chasis y la profundidad suficiente para que los conectores o "patitas" de los módulos queden flotando en el

aire, y se procede a colocar un módulo gris y el número necesario de módulos negros, según el modelo que se esté armando. La colocación de estos módulos se hace a mano, uno por uno poniéndolos en la posición adecuada y empujando hasta que lleguen a su lugar al oír un click.

Después de haber colocado los módulos en el chasis, la persona lleva el lote semi-armado a la mesa 2 donde tiene colocadas las diferentes teclas del lote en unos contenedores especiales para el trabajo. Cuando estos contenedores no están disponibles se usan las mismas bolsas en que vienen empacadas las teclas. La trabajadora procede entonces a montar, una a una, las diferentes teclas que lleve un determinado modelo.

Este proceso se efectúa tomando un chasis y colocándolo en la caja anteriormente descrita, luego van tomando una tecla a la vez y la colocan en el lugar que le corresponde dentro del teclado.

Los contenedores con teclas están colocados en las mesas en una secuencia similar a la que deben llevar en el teclado. La trabajadora debe tomar las teclas que están a su alcance y colocarlas donde corresponde. Hecho esto necesita desplazarse a lo largo de la mesa para ir alcanzando las teclas subsiguientes.

Debido a que la colocación de las teclas hasta el nivel correcto hace necesaria una presión excesiva que resultaría, a la larga, molesto para las trabajadoras, las teclas son dejadas tan solo apoyadas en la superficie del módulo. Posteriormente el chasis es colocado bajo una prensa mecánica que oprime las teclas hasta el nivel que deben tener. Luego de esto el teclado se acomoda en unas cajas grandes en espera de la siguiente fase.

Esta última fase de oprimir en una prensa mecánica los teclados no se lleva a cabo en el armado de teclados de máquina de escribir dado que la colocación de las teclas en los módulos es mucho más sencilla y no requiere de grandes presiones para ser colocadas en su lugar correctamente.

Cursograma sinóptico del proceso

□	Revisa lote de chasis
0	Toma amortiguador
0	Coloca Amortiguador
0	Toma modulo gris
0	Coloca módulo gris.
0	Toma "n" módulos azules.
0	Coloca "n" módulos azules.
0	Toma tecla adecuada
0	Coloca tecla tomada.
0	Toma todo el montaje
0	Coloca el montaje en prensa
0	Presiona
□	Revisa
0	Acomoda en caja.

4. Tarjeta lógica de teclado :

Esta es una tarjeta, similar a la del circuito lógico, que va unida al teclado; es también de baquelita o de fenólico y presenta las mismas características. El modo de montar esta tarjeta es muy similar al descrito para el montaje de las tarjetas lógicas. Difiere solamente en el número y tipo de elementos que cada una lleva, dado que en esta sólo se colocan puentes eléctricos, diodos y zeners. Las trabajadoras se ayudan, en algunos casos, con una pinzas de punta para la colocación de los elementos más pequeños.

Una vez que la tarjeta lógica está completa se acopla con el teclado para pasar a ser soldado. El modo de hacerlo es el siguiente:

Se toma un teclado y una tarjeta y se introducen los conectores o "patitas" de todos los módulos que el teclado lleva, en los orificios destinados para este fin que tiene la tarjeta. Una vez hecho esto, con la parte posterior de un buril se doblan algunas "patitas" contra la tarjeta, para así lograr una unión perfecta entre la tarjeta y el teclado. Después de esto, la trabajadora coloca unos trozos de cinta engomada cubriendo aquellos lugares donde la soldadura no debe actuar.

Cursograma sinóptico del proceso

0	Toma tarjeta de circuito
0	Toma elemento a colocar
0	Coloca en posición.
0	Dobla conectores.
0	Corta conectores
□	Inspecciona montaje
0	Coloca elementos que no llevan corte
□	Efectúa revisión final
0	Deja tarjeta montada en su caja

5. Soldeo en crisol :

El soldeo en esta parte del proceso se lleva a cabo en un aparato especial llamado CRISOL. Este es un recipiente de paredes muy gruesas de arrabio y que le permite ser conectado a la corriente eléctrica. Dentro de él se colocan varias barras de estaño sólido que se funde gracias al calor emitido por una resistencia eléctrica en el interior del mismo aparato. Una vez fundido todo el estaño se mantiene caliente para poder ser usado y periódicamente se le añaden barras de estaño sólido para mantener el nivel de soldadura requerido.

Método operativo de soldeo en crisol

Primeramente la trabajadora aplica el flux con una brocha a todas las tarjetas a soldar y luego una a una, las toma con una mano y las sostiene sobre la superficie caliente del estaño en el crisol, procurando sumergirla solamente lo suficiente para que los elementos y los módulos queden soldados a la tarjeta, esto es aproximadamente un milímetro. Después de hecho esto, retira la cinta engomada y coloca las tarjetas en una mesa para que se enfríen, mientras toma la siguiente tarjeta y repite la misma operación. Cuando ha terminado de soldar, vuelve a tomar la primera tarjeta y con otra brocha y thinner las limpia de cualquier residuo de flux o grasa. Una vez que las tarjetas han quedado limpias las coloca en una caja de cartón en espera de la siguiente operación.

Cursograma sinóptico del proceso

0	Toma tarjeta a soldar
0	Aplica flux con brocha
0	Coloca tarjeta sobre superficie de estaño para soldar
0	Retira cinta engomada
0	Revisa soldeo
0	Limpia las tarjetas con thinner
0	Coloca en una caja

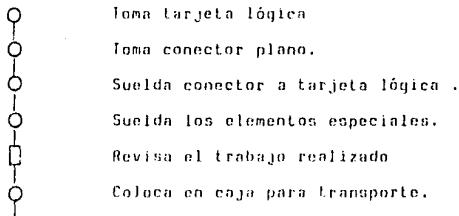
6. Unión de tarjeta lógica mas teclado :

A esta fase operativa llegan por separado la tarjeta lógica armada y soldada, y por otro lado el teclado (ya montado con su tarjeta lógica). La misión de este puesto de trabajo es la de unir ambas partes, para lo cual se utiliza un cable o conector plano de varias terminales, que es soldado con cautín.

Método operativo de unión

La persona coloca frente a sí la tarjeta lógica y suelda en ella el conector plano. Posteriormente suelda el otro extremo de este al teclado. Luego coloca sobre las teclas un trozo de cartulina con el fin de proteger a estas de rayaduras accidentales o de manchas de grasa. Por otro lado, coloca también algunos elementos que no pueden ser montados en la primera fase ya que estos deben de ser ensamblados por la parte posterior de la tarjeta, es decir, la parte de la tarjeta que se ve expuesta a la ola de estaño de la soldadora. Una vez hecho todo esto coloca el conjunto en una caja de cartón mientras pasa a la siguiente fase.

Cursograma sinóptico del proceso



7. Revisión :

En esta parte del proceso de armado se hace la primera revisión en forma a los productos semiterminados. Particularmente se revisan componentes y soldadura. Por componentes entendemos que no haya elementos o componentes rotos. Por lo que se refiere a la soldadura en este puesto de trabajo se verifica que no haya cortocircuitos visibles, también se revisa que la soldadura esté bien adherida tanto a la tarjeta como a los diversos componentes, es decir, que la soldadura haga un contacto firme y correcto con la tarjeta y el elemento, para así evitar falsos contactos, y como punto final se revisa que no queden residuos de flux o de grasa. En el caso de que encuentren algún problema, las trabajadoras proceden a repararlo.

Para la realización del trabajo es necesario que la trabajadora conozca perfectamente los diferentes modelos que se arman y la manera de reparar cualquier desperfecto en el caso de que alguno se presente.

En cada uno de los cuatro puestos de revisión que hay, las trabajadoras cuentan con un cautín, soldadura y una cantidad suficiente de elementos para el caso de que necesiten de alguno para realizar alguna reparación.

8. Técnicos :

Aquí se efectúa una segunda revisión del producto y se verifica que los elementos funcionen como es esperado para lo cual se usan instrumentos de precisión como multímetros, osciloscopios, etc. La revisión que se efectúa en este puesto de trabajo no sólo es visual como en los anteriores sino que controlan de manera exhaustiva el funcionamiento de todas las tarjetas.

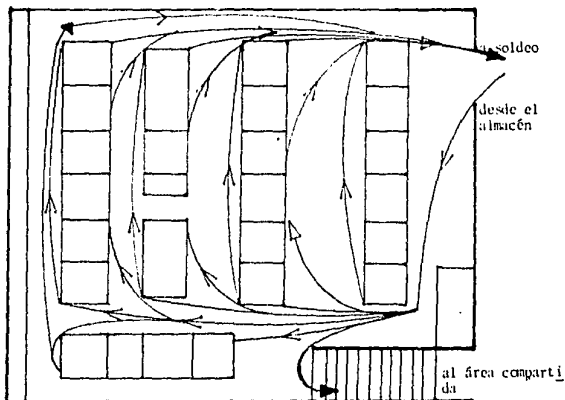
Cada uno de los técnicos recibe del departamento de diseño una serie de diagramas y tablas donde se especifica claramente cuales son los puntos que deben ser revisados en los diferentes modelos. Los técnicos verifican estos puntos y en el caso de encontrar alguna anomalía proceden a repararla.

Por otro lado conectan cada una de las tarjetas a un impresor para poder así efectuar una prueba de funcionamiento. Dado que todas las tarjetas que pasan por este puesto, son revisadas y si es necesario, reparadas, se garantiza el 100% de buen funcionamiento al salir de él.

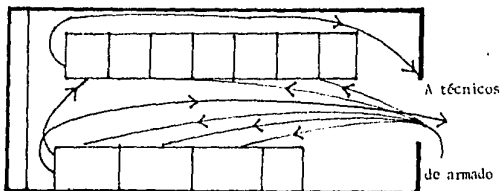
9. Flujo de materiales y productos en proceso :

A lo largo del proceso de armado de tarjetas lógicas y teclados, tanto para calculadoras como para máquinas de escribir, existe un flujo de materias primas y productos semi-terminados dentro de las diferentes áreas de trabajo. Para efectuar dichos transportes se usan diversas cajas de cartón o contenedores de plástico. Estos últimos son usados en el almacén para el surtido de materias primas. Las cajas de cartón se utilizan para el movimiento de productos en proceso.

ACTUALES FLUJOS DE PROCESO Y DE MATERIALES



AREA DE ARMADO DE TARJETAS (COMUN)



AREA COMPARTIDA DE REVISION, UNION Y ARMADO DE TECLADOS

CAPITULO IV

ESTUDIO DE METODOS PROPUESTOS

Con el interés de crear un sistema de fabricación mejor y más eficiente, Lógica Digital buscó nuevos métodos que le permitieran tener un proceso actualizado y una planta de montaje más moderna.

Basados en estas ideas se pensó diseñar, adaptar e implementar nuevos sistemas. Lo anterior incluía tanto la adquisición de nuevas máquinas como el desarrollo de nuevos métodos de montaje.

La primera parte del proyecto consistió en definir el problema que se tenía. Este problema consistía en que había que producir más rápido, con mayor eficiencia y con un método más sencillo.

Como se explicó ampliamente en el capítulo anterior, había una serie de deficiencias que no permitían llevar a cabo el trabajo como era de esperarse como por ejemplo, el hecho de tener que doblar los conectores de los elementos cada determinado tiempo, o el tener que armar los teclados de pie recorriendo toda una área de trabajo, o algunos otros ya detallados.

Al lo largo de un tiempo de trabajo se propucieron varias alternativas para la mejora de los métodos y así substituir los existentes logrando nuestros propósitos. De todas las opciones que se manejaron se presenta a continuación en detalle los resultados de los estudios.

Debido a que la Dirección General quería realizar un trabajo completo, el presente proyecto abarca también una serie de popuestas para mejorar las condiciones de trabajo.

Preformado

Una de las nuevas fases operativas que se propusieron para la mejora del sistema es la de PREFORMADO, esto es, la de tener los elementos que posteriormente serán colocados en las tarjetas, con una forma predeterminada. Con la idea anterior se buscaron máquinas que pudieran servir a estos propósitos. Una vez halladas se estudiaron diferentes modelos para encontrar la o las que mejor se adaptaran al sistema.

Paralelamente a lo antes mencionado, también se estudiaron las diferentes opciones para la colocación del nuevo departamento, mismo que sería el encargado de preformar la materia prima. La colocación incluía dos partes: la primera, en qué parte de la fábrica se ubicaría, y la segunda, en qué momento del proceso de fabricación se llevaría a cabo el preformado, y si debía de ser un proceso de la línea o uno paralelo a esta.

Con la intención de adquirir la mejor maquinaria posible se realizaron diferentes visitas a compañías que se conoce que realizan procesos semejantes y además se pidió documentación adecuada a compañías fabricantes de máquinas preformadoras, nacionales y extranjeras, para poder tener los elementos de juicio más completos posibles.

La decisión de compra corrió a cargo del Director Técnico de Lógica Digital, quién se basó en costos, vida útil, volumen teórico de fabricación y parámetros adecuados al tipo de prefabricado necesario.

Por lo que respecta a la ubicación física del nuevo departamento, se propuso que quedara en el mezzanine (donde se llevan a cabo las operaciones de unión y la de técnicos); esto por varias razones:

a) porque se consideró que no es un departamento que deba estar directamente en la línea de armado,

b) porque el estudio propuesto dejaba libre el área mencionada,

c) porque permite un flujo de materiales aceptable con los almacenes y

d) porque queda a una distancia adecuada de la línea de armado.

El preformado se definirá como una operación en la cual se le da un tratamiento especial a algunas materias primas como son resistencias, diodos, zeners, transistores, capacitores, cables conectores, etc.; este tratamiento consiste en doblar y en algunos casos doblar y cortar sus conectores. (fig. 4.1) de manera que justen perfectamente en su posición dentro de la tarjeta del circuito.

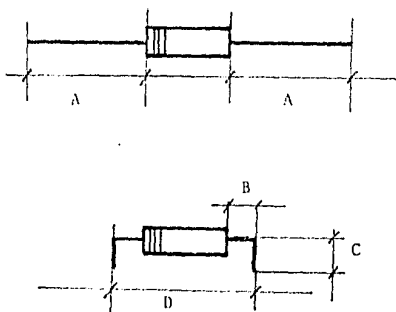


FIGURA No. 4.1

Primeramente se tiene un elemento, tomemos a manera de ejemplo una resistencia de cualquier valor (como la mostrada en la figura 4.1), en la cual reconocemos 2 partes principales: el cuerpo y los conectores o "patitas", en teoría estos últimos miden lo mismo (A), y el tratamiento consiste en doblar ambos conectores a una distancia B medida desde el cuerpo del elemento, para que la suma de las dos distancias B más la del cuerpo sean exactamente iguales a la distancia entre las dos perforaciones en la tarjeta de fenólico donde deberá ser situado. Posteriormente al doblar, se realiza un corte en cada uno de los conectores, a una distancia C, medida en la parte de las mismas que ha sido ya doblada; esto se hace con el fin de que al momento de ser colocada en su posición final, de los conectores solo sobresalga por el

reverso de la tarjeta, la cantidad de conector suficiente para que pueda ser soldada eficientemente.

Un tratamiento similar sufren la mayoría de los elementos de este tipo que serán colocados posteriormente en las tarjetas, sean estos de tipo axial, como el descrito, o de tipo radial (con sus conectores del mismo lado del cuerpo).



CAPACITORES



TRANSISTORES

Los preformados se pueden hacer de varias maneras, sea que se utilicen dispositivos creados para tal efecto, como pinzas especiales, o se hagan estas operaciones de preformado con las máquinas preformadoras.

Preformado en la compañía

Por lo que respecta al preformado dentro de Lógica Digital, la compañía adquirió 4 máquinas preformadoras y varias herramientas especiales como pinzas, cortadores, peladoras de cable, etc. para poder llevar a cabo estas fases convenientemente.

Dentro de las primeras se importaron 2 máquinas preformadoras de elementos axiales, las cuales doblan y cortan los conectores, otra para preformar elementos radiales como transistores, capacitores, etc. y una cuarta que corta y

dobra cable a medidas predeterminadas que serán usados como puentes. Todas ellas con los accesorios suficientes para poder ser usados de diferentes maneras. Dentro del grupo de las herramientas se adquirieron varias pinzas, peladoras de cables y demás herramientas útiles para realizar el preformado.

El personal que fue asignado a este nuevo departamento fue tomado de la sección de armado dada su familiaridad en manejo de este tipo de materia prima y como cabeza del grupo se colocó a uno de los técnicos, por sus conocimientos en electrónica y en la mecánica de las máquinas.

Condiciones y medio ambiente de trabajo

I. El local de trabajo

Al momento de estar realizando el presente estudio, Lógica Digital se vió en la necesidad de reducir su personal. Situación que se aprovechó para el reacomodo del personal restante, logrando una mejor distribución.

De las condiciones tomadas para la redistribución del área de trabajo se pueden considerar las siguientes:

- a) El nuevo método de armado con piezas preformadas.
- b) A partir de este momento, las secciones de armado, unión y revisión, y técnicos, trabajarán en el mismo local.
- c) El flujo de materiales, materias primas y productos en proceso.

La nueva distribución del local de trabajo que se propone es la que se puede apreciar en la figura 4.3.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**⁷⁹

II. Limpieza y orden.

Contrariamente a lo que se pueda pensar, el hecho de juntar a los tres grupos de trabajo no produjo mayor desorden; esto se debe a que conjuntamente con la redistribución del local, se propusieron nuevas políticas de surtimiento de materiales y materias primas, de flujo de los mismos. Además de que la fabricación con elementos preformados por sí misma es un sistema que ya no produce desperdicios contaminantes y que agiliza la fabricación.

Por lo que respecta a las nuevas políticas de surtimiento de materiales se sugirió que se cambiara la antigua metodología de surtir todas las materias primas y los materiales al inicio del mes, por un surtimiento diario, al final del día, de manera que tanto materias primas como materiales estén listos al inicio del día siguiente, y se trabajará con las materias suficientes para cubrir el período de trabajo. Por lo general, en lógica, se habla de "estructuras", es decir, los lotes de materiales y materias primas necesarios para fabricar un determinado número de máquinas (usualmente son cien) de algún modelo.

Con lo anterior se espera reducir sustancialmente el volumen de cajas, materiales, etc, que están en el área de montaje, y por lo tanto, el desorden que existe.

Otro de los factores que contribuyeron a mejorar el orden y la limpieza del local de trabajo es que el nuevo método de fabricación por medio de preformados no requiere ya de cortar sobrantes de los conectores.

III. Iluminación

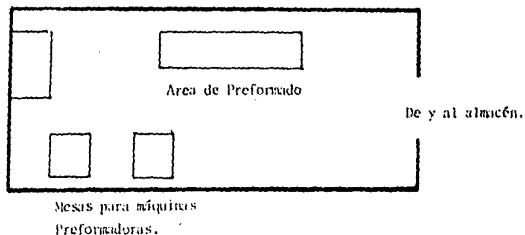
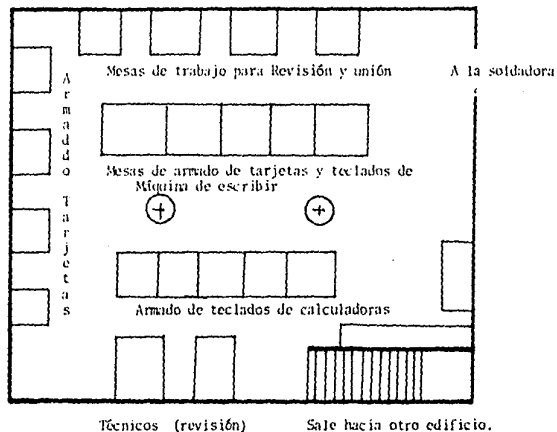
Como se mencionó en el capítulo anterior, la iluminación actual del área de trabajo es buena. Pero se consideró la opción de añadir lámparas incandescentes individuales para algunos puestos de trabajo, como lo son: unión y técnicos. Con esto se logró incrementar la cantidad de luxes de iluminación a 1500 cada uno.(1)

En algunos casos, y para la inspección detallada, se colocaron lupas especiales para un mejor control del trabajo

que se está realizando. Estas lupas se armaron con marcos muy ligeros y con brazos de soporte móviles para que los trabajadores puedan colocarlas como mejor se acomoden.

Sobre los puntos de ventilación, ruido y temperatura, que se detallaron en el capítulo anterior, no se llevó a cabo ningún proyecto por considerar adecuadas las condiciones de cada uno de ellos.

Distribución propuesta de la zona de Armado de tarjetas, revisión, unión.
(Máquinas de escribir y calculadoras)



Armado

1. Tarjeta Lógica.

Conservando la idea de que en esta fase hay que ir agregando a una placa de fenólico o de baquelita, una cantidad de elementos como capacitores, resistencias, bobinas, diodos, etc., se buscó de que esta tarea fuese mas sencilla de realizar. Para lo cual se adaptó el método de armado con piezas preformadas.

La trabajadora cuenta con una mesa igual a la ya descrita en el capítulo anterior, pero con equipo diferente. Aproximadamente a la mitad de la mesa y frente a ella se colocan dos racks o estantes con cajoneras especiales para que dentro de éstas queden los elementos a montar, y la persona los pueda ir tomando según sea necesario.(fig. 4.4)

Diferentes pruebas mostraron que, con el nuevo método de armado con elementos preformados, resultaba más eficiente el montaje. Si además en este montaje se ensamblaban varias tarjetas al mismo tiempo resultaba aún mejor. Se determinó que el número mas indicado de tarjetas que se debían ensamblar al mismo tiempo son cuatro. Para poder llevar a cabo esta operación correctamente se diseñó un dispositivo o marco, (igual al ya descrito en el capítulo anterior y que se usaba para el soldado) con cuatro perforaciones, una para cada una de las tarjetas a armar.

Hay varias razones para usar este sistema además de la ya mencionada de mayor rapidez y eficiencia en el armado:

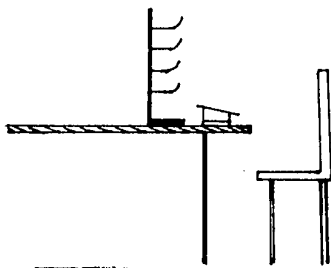
a) Estudios recientes llevados a cabo en el Japón indican que las grasas de las manos de las trabajadoras que se impregnan en la tarjeta cuando son manipuladas no permite el buen funcionamiento de estas, dañando en cierta medida el circuito, dado que estas grasas con el tiempo se vuelven corrosivas.

b) Los elementos preformados que se colocan en la tarjeta no se pueden atorar en ella como lo hacían antes, por lo que cualquier movimiento brusco los sacaría de su posición.

c) Deja libres ambas manos para poder trabajar mejor.

Como punto final se diseñó un riel en el cual el marco se coloca mientras se realiza la operación de armado. Este riel tiene una pequeña inclinación a favor de la trabajadora, que le permite ver mejor lo que esta armando.

El conjunto de perfil sería:



Algunos de los factores que se tomaron en cuenta para el diseño de la estación de trabajo anteriormente descrita fueron:

- a) La estatura promedio y el alcance de los brazos de las trabajadoras, esto para que pudieran llegar fácilmente a todos y cada uno de los cajones contenedores sin realizar un esfuerzo excesivo.
- b) La posición física que llevarían cada uno de los elementos dentro de los rack-contenedores para una secuencia de armado eficiente.
- c) La trabajadora podrá tener dentro de su rango visual todas las cajas contenedoras y sabrá cual es el contenido de cada una de ellas al momento.

Se le proporcionaron a cada una de las trabajadoras pinzas especiales para la colocación de los elementos, estas son fácilmente maniobrables y tienen la punta semi-curva además de tener un resorte que tiende a dejarlas abiertas. Por otro lado la punta fue afilada de manera que pueda tomar los elementos fácilmente y así mismo colocarlos en su posición.

La manera de armar cambia radicalmente dado que ahora se usa materia prima preformada. Esta por su volumen físico es de difícil manejo y se requiere para poderlo colocar adecuadamente en posición la ayuda de unas pinzas como las descritas en el parrafo anterior.

La materia prima se coloca dentro de los rack-contenedores siguiendo dos secuencias principales. La primera está basada en la posición que ocuparán los elementos dentro de la tarjeta, esto es, que los elementos que en la tarjeta van colocados en el lado izquierdo y en la parte superior tienen una posición similar en los rack-contenedores y, la segunda secuencia depende del tamaño de los elementos, esto es para que sean colocados los elementos más pequeños primero. Hay algunos elementos que por su tamaño no es necesario colocarlos con pinzas sino que se posicionan con la mano directamente, estos elementos pueden ser las pantallas, los cables conectores, los capacitores más grandes, etc.

Nuevo método operativo de armado de tarjeta lógica

La trabajadora primeramente se aterriza, es decir, como ya se explicó se coloca una muñequera conectada a tierra eléctrica, posteriormente toma uno de los marcos de armado, correspondiente al modelo que armará, en el riel. Toma uno a uno las cuatro tarjetas a armar cuidando no tocar las caras de esta en donde irán los elementos o la soldadura. Después de esto, la persona toma las pinzas de punta ya descritas con la mano derecha y con la mano izquierda una cantidad de elementos de la primera caja, es decir, de la que se encuentra ubicada arriba a la izquierda del rack-contenedor. Con esta misma mano acomoda uno de los elementos que acaba de tomar en posición entre sus dedos índice y pulgar, toma el elemento con las pinzas que tiene en la otra mano y lo coloca en su posición adecuada en la primera tarjeta. Esta primera tarjeta es aquella situada arriba a la izquierda del marco de armado. Este paso se repite tantas veces como elementos de un mismo valor sean necesarios de colocar en las cuatro tarjetas; en el caso de que se le agotaran los elementos, repetiría la operación antes descrita de tomar elementos y, en el caso de que le sobren colocaría los restantes en la misma caja contenedor de la cual los tomó.

La operación de armado se repite de la misma manera hasta complementar el armado de elementos preformados. En este punto del proceso se dejan las pinzas y se procede a colocar los elementos de mayor volumen que no se pueden colocar con el sistema descrito. Estos elementos, según su tamaño se colocan con una o con dos manos (por ejemplo, la pantalla de display).

La mayoría de estos elementos también han recibido un tratamiento de preformado, con lo cual facilita su posicionamiento dentro de la tarjeta lógica.

Cuando todo el ciclo de armado ha sido llevado a cabo la trabajadora desliza el marco por el riel hasta el extremo derecho de este, toma uno vacío y repite todo desde el principio. El marco desplazado posteriormente será recogido y llevado a la soldadora de ola por el encargado de esta.

Cursograma sinóptico del armado de tarjeta

0	Toma marco y coloca en riel
0	Toma tarjetas
0	Toma pinzas de punta
0	Coloca elementos en su posición
0	Deja elementos sobrantes
0	Deja pinzas
0	Toma elementos para colocar
0	Coloca con la mano
0	Revisa trabajo
0	Desliza marco

2. Soldadora de ola

Nuevo método operativo de soldeo en soldadora de ola

El operador, que antes recibía las tarjetas lógicas recién armadas en una caja de cartón, ahora lo hace directamente en los marcos de montaje. El pasa cada una de las tarjetas, con sumo cuidado, del marco de armado al de soldeo. Esto se hace porque, aunque los marcos son idénticos, el que se usa para el soldeo tiende a ensuciarse con residuos de flux o del estaño de la soldadora, y se prefirió asignar un solo marco para el soldeo y los demás para el armado, dado que no es fácil limpiarlos cuando ya se han usado y esta misma contaminación produce efectos nocivos en la tarjeta. Al final del día, o en su caso del proceso (cuando sabe que por el momento no habrá trabajo de soldeo), el operador limpia con solvente el marco para evitar que se

ensucie demasiado. Esto no se hace cada vez que se usa el marco dado que es una operación sumamente lenta.

Por otro lado se diseñaron unas cajas, hechas con cartón, con ranuras para colocar dentro de éstas una sola tarjeta a la vez y evitar el daño a los elementos por el roce que antes existía de unos contra otros.

Además, la caja descrita lleva una tapa para evitar que se salgan las tarjetas o les pueda ocurrir un accidente.

Cursograma sinóptico de soldeo en soldadora de ola

	Recibe marcos con tarjetas
0	Cambia una a una las tarjetas al marco de soldeo
0	Acciona la máquina
0	Revisa y retira las ya soldadas
0	Coloca en caja

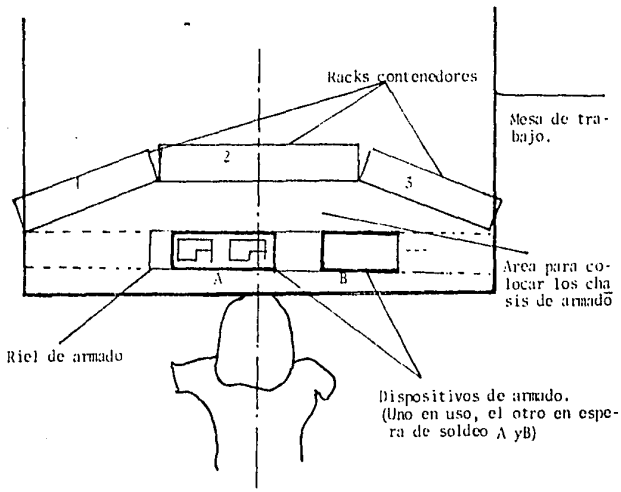
3. Teclados

Nuevo método operativo de montaje de teclados

Con la idea de optimizar el armado de los teclados se buscó la forma de mecanizar el proceso y por consiguiente mejorar la producción, aumentando esta y haciendo el trabajo más fácil para quien lo lleva a cabo, situación que como ya se ha mencionado es de gran importancia para la dirección de Lógico Digital.

Como un primer paso se buscó diseñar un puesto de trabajo en el cual se pudieran realizar las fases necesarias sin tener que desplazarse de su lugar ni tener que cambiar de posición; para esto se aprovecharon los rack-contenedores y las mesas de trabajo con que ya se contaba. También se diseñaron herramientas especiales para que en ellas se pudieran colocar un total de seis chasis y se buscó la manera de que estas herramientas o aparatos tuvieran la forma más común según la forma física de los diferentes modelos de chasis para que se pudiera colocar cualquiera de estos en los aparatos. Posteriormente se pensó en reducir a cuarto los espacios de contención por varias razones: tamaño del aparato y eficiencia de armado, dado que se comprobó que armar cuatro teclados a un tiempo reducía el tiempo unitario en un diez por ciento que si se montaban seis a un mismo momento.

En resumen el puesto de trabajo quedó como se muestra a continuación:



La posición de todos los contenedores está aproximadamente a la misma distancia de la armadora, por lo que ella deberá realizar siempre un mismo tipo de movimiento y por consecuencia de esfuerzo para tomar la materia prima que necesita para el armado de los teclados. Como se podrá notar, se siguió el mismo criterio aquí que el usado para el armado de tarjeta lógica.

Como lo muestra la figura, se colocan tres rack-contenedores, y en cada uno de las cajas de estos se ponen las teclas según la posición que llevarán en el teclado, es decir, en la caja superior izquierda se coloca la tecla que lleva una posición similar dentro de la configuración del teclado, la caja inmediata inferior, dentro del rack-contenedor, lleva las teclas que corresponden a las teclas inferiores a la ya puesta dentro del teclado. Situación que se repite para toda la configuración del rack-contenedor y del teclado.

La trabajadora toma cuatro chasis uno a uno y los revisa de forma de que no presenten ningún tipo de pandeo, posteriormente los limpia con una franela y los coloca en el mueble de armado. Una vez colocados en el mueble toma suficientes módulos con ambas manos y los coloca uno a uno en los chasis; los azules (de uso común) los coloca primero y los toma de un contenedor grande puesto frente a ella y los módulos grises los obtiene de una caja mas pequeña. (1).

Esta labor se realiza indistintamente con cualquier mano. Teniendo unicamente que acomodar entre sus dedos los módulos en posición adecuada para que queden correctamente montados en el chasis.

Cuando los módulos han sido todos posicionados, la persona encargada del armado de teclados, toma una pequeña cantidad de teclas del mismo tipo (aproximadamente cuatro) con la mano que le quede mas cerca del contenedor adecuado, esto siguiendo la regla de posición anteriormente explicada, y divide este pequeño lote en dos partes aproximadamente iguales de manera que tenga en cada mano la misma cantidad de teclas del mismo tipo.

Una vez tomada el pequeño lote de teclas en cada mano acomoda una de ellas entre sus dedos pulgar e índice de cada una de sus manos y coloca la tecla en su posición en el teclado. Repite esta operación el número de veces que sea necesario para colocar las teclas en su lugar. Posteriormente deja las teclas sobrantes en el contenedor de donde las

obtuvo y toma un nuevo lote del contenedor siguiente para empezar de nuevo la operación de montaje.

Al terminar el armado de los cuatro teclados del ciclo desplaza estos, con todo y mueble de armado hacia su derecha, toma un nuevo mueble y comienza de nuevo la operación, hasta completar cuatro ciclos completos, en ese momento se levanta y toma uno a uno los 16 teclados armados, los coloca bajo la prensa y comprime. La prensa está situada en la mesa contigua, por lo tanto no deberá desplazarse mas de dos o tres metros.

Cursograma sinóptico de armado de teclados

	Revisa lote de cuatro chasis
0	Toma cuatro amortiguadores
0	Coloca amortiguadores
0	Toma módulos grises
0	Coloca módulos grises
0	Toma "n" módulos azules.
0	Coloca los módulos azules tomados
0	Toma teclas
0	Coloca teclas
□	Revisa trabajo
0	Desliza aparato con teclados
0	Retira teclados para prensarlos
0	Coloca en prensa
0	Presiona.
□	Revisa el completo
0	Acomoda en caja

4. Tarjeta lógica de teclado

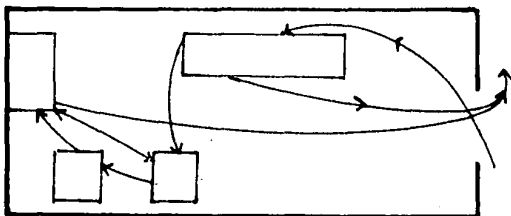
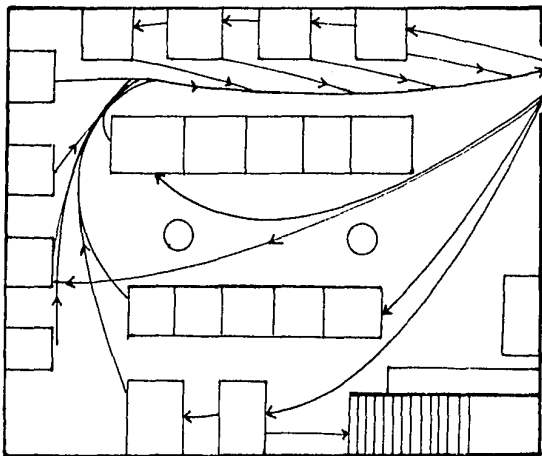
Tarjeta lógica de teclado.

La forma en que se lleva a cabo la fase de armado de la tarjeta lógica de teclado es totalmente similar a la descrita en el capítulo anterior para esa misma función. La razón por la que no se puede implementar el sistema de armado con elementos preformados es que la presente tarjeta lleva elementos por ambas caras y como los elementos preformados se sostienen en su posición por gravedad hasta el momento en que se soldan, no se permite el manipuleo de las tarjetas debido a que los elementos ya colocados se perderían.

(1) Los módulos grises se utilizan para teclas de uso rudo como la de signo "+".

6. Nuevo flujo de materiales.

Diagrama.



CAPITULO V

ANALISIS Y ESTUDIO DE LOS RESULTADOS

Una vez que se sugirieron los cambios y se adoptaron las medidas adecuadas para la implantación de estos, había que validar lo hecho. Para esto se adoptaron sistemas con los que cuenta la Ingeniería Industrial, y ya previamente explicados en capítulos anteriores. Los resultados de los estudios se presentan a continuación a manera de resúmen.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para evaluar el nuevo método operativo y el anterior fueron:

- Tiempo de Operación por cada una de las fases.
- Tiempo de fabricación total de cada una de las fases.
- Número de operaciones realizadas por los trabajadores.

Otro tipo de parámetros que nos pueden dar una idea del trabajo realizado son aquellas que se miden de modo apreciativo:

- Comodidades del trabajador. Herramientas nuevas o mas modernas. Todos las materias primas cerca de sí para que las pueda tomar muy fácilmente y sin gran esfuerzo.

- Distribución del área de trabajo. Mayor comodidad para el almacenaje del producto en proceso, mayor espacio para circular. Una distribución más lógica tomando como base el flujo de los materiales según las fases de que requiere para ser armado.

- Mejoras al área de armado en general. Mayor iluminación en los lugares requeridos, mejor ventilación en toda el área, redistribución de los puestos de trabajo en sí para una mejor impresión psicológica de orden y limpieza.

De los puntos anteriores se presentan primeramente tablas comparativas, que resúmen los estudios y comparan los resultados.

- De armado de tarjeta lógica.
- De armado de teclado.
- De soldeo en soldadora de ola.
- De soldeo con crisol.
- De flujo de materiales.

Como se puede observar en las tablas de resúmen de los diagramas bimanuales de los métodos operativos actuales y propuestos para el armado de tarjeta lógica, que ambas manos quedan mejor utilizadas con el método propuesto, a saber:

METODO DE ARMADO DE TARJETAS

ACTUAL:

O	T	D	S	
14	01	01	38	MANO IZQUIERDA
27	26	01	00	MANO DERECHA

PROPUESTO:

O	T	D	S	
12	18	00	04	MANO IZQUIERDA
20	05	09	00	MANO DERECHA

DIFERENCIA:

O	T	D	S	
- 2	+17	- 1	-34	MANO IZQUIERDA
- 7	+21	+ 8	00	MANO DERECHA

El resultado se puede ver en las tablas anteriores, las manos quedaron mejor balanceadas, es decir, se usan ambas para mayor número de operaciones y se dejó de usar a la mano izquierda como una sostenedora únicamente para pasar a ser una mano operativa.

El hecho de que en la tercera tabla se encuentren signos positivos y negativos obedece a que se hizo un balance de un método contra otro, restando el anterior al propuesto, dando por resultado "+" más o "-" menos operaciones, transportes, demoras o sostenimientos en el método propuesto.

Números semejantes pueden aplicarse al resultado obtenido del estudio para armado de teclados, cuyas tablas se anexan y los resultados se resumen a continuación:

MÉTODO DE ARMADO DE TECLADOS

ACTUAL:

O	T	D	S	
09	05	00	06	MANO IZQUIERDA
09	07	04	00	MANO DERECHA

PROPUESTO:

O	T	D	S	
06	06	00	07	MANO IZQUIERDA
12	06	02	00	MANO DERECHA

DIFERENCIA:

O	T	D	S	
- 3	+ 2	0	+ 1	MANO IZQUIERDA
+ 3	- 1	- 2	0	MANO DERECHA

Si se observa cuidadosamente el resultado de este estudio podría decirse que el ahorro no es lo suficientemente válido como para justificar el trabajo o el nuevo método, pero aquí hay que hacer la aclaración de que se están comparando dos métodos que si en el fondo, tienen un mismo objetivo, se llevan a cabo de una manera totalmente diferente. En el sistema de montaje de teclados actual, el trabajo se realiza en un 90 ó 100% de pie, mientras que en el método propuesto la tarea se lleva a término estando las trabajadoras cómodamente sentadas en su puesto de trabajo, situación que, además de reducir la fatiga de quien la realiza, reduce operaciones, y tiempos de fabricación; situación que nos lleva indefectiblemente a pensar en un ahorro económico, no tratado en la presente tesis, pero totalmente obvio. (ver Capítulo anterior).

Tablos de Resultados

Diagrama Bimanual.	<u>ARIADO DE TARJETA LOGICA</u>
Diagrama <u>1</u> de <u>6</u>	
Operario _____	Compuesto por <u>Angiella</u>
Fecha ___ de ___ de ___	METODO: <u>ACTUAL</u> O PROPUESTO

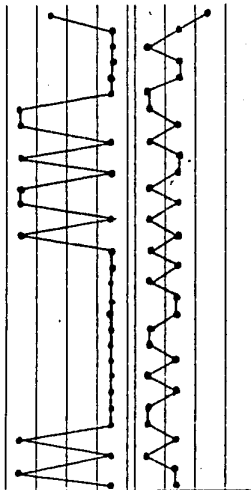
DESCRIPCION

MANO IZQUIERDA

| O | T | D | S | | O | T | D | S |

MANO DERECHA

- 1 Toma Tarjeta
- 2 Sostiene
- 3 Sostiene
- 4 Sostiene
- 5 Sostiene
- 6 Sostiene
- 7 Ayuda a doblar
- 8 Voltea tarjeta
- 9 Sostiene
- 10 Voltea tarjeta
- 11 Sostiene
- 12 Ayuda a doblar
- 13 Voltea tarjeta
- 14 Sostiene
- 15 Voltea tarjeta
- 16 Sostiene
- 17 Sostiene
- 18 Sostiene
- 19 Sostiene
- 20 Sostiene
- 21 Sostiene
- 22 Sostiene
- 23 Sostiene
- 24 Sostiene
- 25 Sostiene
- 26 Sostiene
- 27 Sostiene
- 28 Voltea tarjeta
- 29 Sostiene
- 30 Voltea tarjeta
- 31 Sostiene



- 1 Espera
- 2 Toma limpiador
- 3 Limpia tarjeta
- 4 Deja limpiador
- 5 Toma puente
- 6 Coloca puente
- 7 Dobla patas
- 8 Toma pinzas
- 9 Corta patas
- 10 Deja pinzas
- 11 T.puente aislado
- 12 Dobla patas
- 13 Toma pinzas
- 14 Corta patas
- 15 Deja pinzas
- 16 Coloca dissipador
- 17 Toma desarmador
- 18 Atornilla
- 19 Deja desarmador
- 20 Toma diodo
- 21 Coloca diodo
- 22 Dobla patas
- 23 Toma F D H
- 24 Coloca F D H
- 25 Toma resisten.
- 26 Coloca resist.
- 27 Dobla patas
- 28 Toma pinzas
- 29 Corta patas
- 30 Deja pinzas
- 31 Toma adhesivos

Tablas de Resultados

Diagrama Bimanual.		<u>ARIADO DE TARJETA LOGICA</u>	
Diagrama <u>L</u> de <u>L</u>		Compuesto por <u>Angelella</u>	
Operario _____		METODO: <u>ACTUAL</u> O PROPUESTO	
Fecha ___ de ___ de ___			
DESCRIPCION			
MANO IZQUIERDA	O T D S	O T D S	MANO DERECHA
32 Sostiene			32 Toma buril
33 Sostiene			33 Pega adhesivos
34 Sostiene			34 Dejn buril
35 Sostiene			35 Toma Transis.
36 Sostiene			36 Coloca Transis.
37 Ayuda a doblar			37 Dobla patas
38 Sostiene			38 Toma resisten.
39 Sostiene			39 Coloca resist.
40 Ayuda a doblar			40 Dobla patas
41 Sostiene			41 Toma condens.
42 Sostiene			42 Coloca condens.
43 Ayuda a doblar			43 Dobla patas
44 Sostiene			44 Corta patas
45 Volteo tarjeta			45 T. Circ. Integ.
46 Sostiene			46 Coloca CI
47 Volteo tarjeta			47 Toma buril
48 Sostiene			48 Dobla 2 patas
49 Volteo tarjeta			49 Doja buril
50 Sostiene			50 Toma bobina
51 Sostiene			51 Coloca bobina
52 Sostiene			52 Toma adhesivos
53 Sostiene			53 Pega adhesivos
54 Espera			54 Coloca en caja
TOTALES ACTUAL		14 1 1 58	27 26 1 0



Tbljos de Resultadon

Diagrama Bimanual. ----- Diagrama <u>1</u> de <u>2</u> ----- Operario _____ ----- Fecha ___ de ___ de ___ -----	<p style="text-align: center;"><u>ARIADO DE TARJETA LOGICA</u></p> ----- Compuesto por <u>Pagilella</u> ----- METODO: ACTUAL O PROPUESTO -----
--	--

DESCRIPCION

MANO IZQUIERDA	O T D S O T D S	MANO DERECHA
1 Toma Tarjeta 2 Sostiene 3 Coloca en marco 4 Toma 2a tarjeta 5 Sostiene 6 Coloca en marco 7 Toma 3a tarjeta 8 Sostiene 9 Coloca en marco 10 Toma 4a tarjeta 11 Sostiene 12 Coloca en marco 13 Toma puentes 14 Posiciona en mano 15 Posiciona siguiente 16 Devuelve resto 17 Toma Disipador 18 Toma Diodos 19 Posiciona en mano 20 Devuelve resto 21 Toma F D H 22 Toma resistencias 23 Posiciona resisten 24 Devuelve resto 25 Toma transistores 26 Posiciona transiat 27 Devuelve resto 28 Toma condensadores 29 Posiciona condensa 30 Devuelve resto 31 Toma circuito impr		1 Toma Trapo 2 Limpia 3 Espera 4 Espera 5 Limpia 6 Espera 7 Espera 8 Limpia 9 Espera 10 Espera 11 Limpia 12 Deja trapo 13 Toma pinzas punta 14 Toma puente c/pinz 15 Coloca en tarjeta 16 Coloca ultimo 17 Coloca disipador 18 Lo toma de la izq. 19 Coloca en tarjeta 20 Coloca ultimo 21 Coloca F D H 22 Espera 23 Coloca en tarjeta 24 Coloca ultima 25 Espera 26 Coloca transistore 27 Coloca ultima 28 Espera 29 Coloca 30 Coloca ultima 31 Deja pinzas

Tablas de Resultados

Diagrama Bimanual.		<u>ARIMADO DE TARJETA LOGICA</u>	
Diagrama <u>2</u> de <u>2</u>		Compuesto por <u>Rojas Lella</u>	
Operario _____		METODO: ACTUAL O <u>PROPUESTO</u>	
Fecha ___ de ___ de ___			
DESCRIPCION			
MANO IZQUIERDA	O T D S	O T D S	MANO DERECHA
32 Coloca CI 33 Toma bobina 34 deja			32 Coloca impreso 33 Coloca bobina 34 deja
TOTALES PROPUESTO	2 18 0 4	20 5 9 0	

Tablas de Resultados

Diagrama Bimannual.	<u>ANILADO DE TECLADOS</u>
Diagrama / de /	Compuesto por <u>Angilella</u>
Operario _____	METODO: <u>ACTUAL</u> O PROPUESTO
Fecha ___ de ___ de ___	

DESCRIPCION

MANO IZQUIERDA	O T D S O T D S	MANO DERECHA
<ul style="list-style-type: none"> 1 Toma Chasis 2 Sostiene 3 Inspeccion 4 Sostiene 5 Sostiene 6 Sostiene 7 Sostiene 8 Sostiene 9 Coloca Chasis 10 Toma modulo 11 Coloca modulo 12 Quita Chasis 13 transporta 14 Coloca Chasis 15 Toma tecla 16 Coloca tecla 17 Coloca en prensa 18 Oprime con prensa 19 Retire chasis 20 Acomoda en caj 		<ul style="list-style-type: none"> 1 Toma trapo 2 Limpia 3 Inspeccion 4 Toma Amortiguador 5 Coloca Amortiguado 6 Toma pinzas 7 Posiciona Amortigu 8 Deja pinzas 9 Espera 10 Toma modulo 11 Coloca modulo 12 pone nuevo chasis 13 transporta 14 espera 15 Toma tecla 16 Coloca tecla 17 Coloca en prensa 18 Oprime chasis 19 Espera 20 Espera
TOTALES ACTUAL	9 5 0 6 9 7 4 0	

Tablas de Resultados

Diagrama Bi-manual. ----- Diagrama / de / ----- Operario _____ ----- Fecha ___ de ___ de ___ -----		ARMAJO DE TECLADOS ----- Compuesto por <u>Angiella</u> ----- METODO: ACTUAL O PROPUESTO -----	
DESCRIPCION			
MANO IZQUIERDA	O T D S	O T D S	MANO DERECHA
1 Toma Chasis 2 Sostiene 3 Inspeccion 4 Sostiene 5 Sostiene 6 Sostiene 7 Sostiene 8 Sostiene 9 Toma modulo gris 10 Coloca 11 Toma modulo azul 12 Coloca 13 Toma tecla 14 sostiene 15 Devuelve resto 16 Transporta 17 Coloca en prensa 18 Oprime con prensa 19 Retira chasis 20 Deja			1 Toma trazo 2 Limpia 3 Inspeccion 4 Toma Amortiguador 5 Coloca Amortiguador 6 Toma pinzas 7 Posiciona Amortigu 8 Deja pinzas 9 Toma modulo gris 10 Coloca modulo 11 Toma modulo azul 12 Coloca modulo 13 Espera 14 Coloca tecla 15 Coloca ultima 16 Transporta 17 Coloca en prensa 18 Oprime chasis 19 Retira de prensa 20 Espera
TOTALES PROPUESTO	6 7 0 7	12 6 2 0	

Otro de los puntos vitales para las comparaciones entre los métodos es el tiempo de fabricación que cada una de estas consume cuando se lleva a cabo.

 RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

PROCESO Armado de Tarjeta Lógica

 METODO Actual

A C T I V I D A D E S		VECES	TIEMPO TOTAL	
1	Puentee	31	0.080	2.488
2	Ensamblar Puentes con aislante	5	0.177	1.067
3.	Primer Corte	1	0.956	0.956
4.	Ensamble de transistor y disip.	1	0.772	0.772
5.	Ensamble de diodos rectificador.	6	0.069	0.419
6.	Ensamble de un F D H	1	0.075	0.075
7.	Ensamble de Zenner y Resist.	14	0.085	1.198
8.	Segundo Corte	1	0.728	0.728
9.	Pegar Adhesivos	2	0.594	1.188
10.	Ensamble de transistor 337	3	0.111	0.334
11.	Ensamble de transistor 527	6	0.111	0.670
12.	Ensamble de preformados manuales	6	0.097	0.586
13.	Ensamble de condensador de cerami	4	0.139	0.559
14.	Ensamble de condensad. electrolit	6	0.173	1.043
15.	Tercer corte	1	1.257	1.257
16.	Ensamble de circuitos integrados	3	0.111	0.335
17.	Ensamble de circuitos integrados	1	1.418	1.418
18.	Ensamble de bobina de oscilacion	1	0.152	0.152
19.	Pegar adhesivos	1	0.391	0.391

			15.636	

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

PROCESO Armado de Tarjeta Lógica

METODO Propuesto

A C T I V I D A D E S		VECES	TIEMPO TOTAL
1	Limpieza y acomodo de tarjetas	4	0.400 1.600
2.	Puenteados	124	0.071 8.804
3.	Colocación de Puentes c/aislante	20	0.167 3.340
4.	Colocación de transistor y disip.	20	0.146 2.920
5.	Colocación de diodos rectificador.	24	0.069 1.656
6.	Colocación de un F D H	20	0.075 1.500
7.	Colocación de Zenner y Resist.	144	0.065 9.360
8.	Colocación de transistor 337	12	0.100 1.200
9.	Colocación de transistor 527	24	0.100 2.400
10.	Colocación de preformados manuales	24	0.097 2.328
11.	Colocación de condensador de cerami	24	0.139 3.336
12.	Colocación de condensad. electrolit	24	0.139 3.336
13.	Colocación de circuitos integrados	12	0.518 6.216
14.	Colocación de circuitos integrados	4	0.518 2.072
15.	Colocación de bobina de oscilacion	4	0.152 0.608
			50.724

50.724, deberá ser dividido entre 4, que es el número de tarjetas que se arman a un tiempo y nos da: 12.68, que se el número de minutos para fabricar una tarjeta.

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

PROCESO Armado de teclados

METODO Propuesto

A	C	T	I	V	I	D	A	D	E	S	VECES	TIEMPO	TOTAL
1											1	0.151	0.151
2											1	0.113	0.113
3											1	0.124	0.124
4											1	0.113	0.113
5											33	0.113	3.729
6											34	0.120	4.080
7											1	0.663	0.663
8											1	0.167	0.167

													9.140

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

PROCESO Armado de Teclados

METODO Actual

A	C	T	I	V	I	D	A	D	E	S	VECES	TIEMPO	TOTAL
1											1	0.500	0.500
2											1	0.167	0.167
3.											1	0.417	0.417
4.											1	0.417	0.417
5.											33	0.121	3.993
6.											34	0.171	5.814
7.											1	1.250	1.250
8.											1	0.167	0.167

													12.725

Tal y como se puede ver en las gráficas anteriores, las referentes a armado de teclados, el método propuesto supera al actual en un 28%, es decir, que actualmente se emplea una cantidad de tiempo para armar un teclado, y con el método propuesto se hace 28% menos. Además de que se arman de forma y manera que se puedan ensamblar 4 ó 6 teclados al mismo tiempo, es decir en forma paralela.

Así mismo, para el armado de tarjeta lógica se tiene un 19% ahorro. Ambas cantidades se pueden interpretar de diferentes maneras: Se puede fabricar una cuarta parte más con las condiciones actuales al momento de implementar los nuevos sistemas, o bien se necesita menor cantidad de personal para llevar a cabo el mismo número de unidades de las que se hacen hoy en día, ambas situaciones nos conducen de nuevo a un ahorro de índole económico, de personal, de tiempo, etc..

Por último se pueden ver los resultados de la utilización de la soldadora de ola y el método de soldeo por medio del crisol:

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y ACTIVIDADES

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA

PROCESO Soldeo con soldadora de ola

METODO Propuesto


HOMBRE		MAQUINA
1. Toma tarjetas una a una		1. Carga.
2. Coloca en marco de soldeo		
3. Sujeta la tarjeta al marco		
4. Acciona la máquina.		T: 0.0167
5. Revisa el lote anterior		2. Soldeo y
6. Coloca en caja		descarga
7. Intercambia las tarjetas		T: 0.0222
8. Acciona máquina		
		TT: 0.0459

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y ACTIVIDADES

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA

PROCESO Soldeo con soldadora de ola

METODO Actual

HOMBRE		MAQUINA
1. Toma tarjetas una a una 2. Coloca en marco de soldeo 3. Sujeta la tarjeta al marco 4. Acciona la máquina.		1. Carga. T: 0.0167
		2. Soldeo T: 0.0167
5. Revisa el lote anterior 6. Coloca en caja 7. Intercambia las tarjetas 8. Acciona máquina		3. Descarga T: 0.0252
		TI: 0.0584

En esta fase del proceso, con el método propuesto se logra un incremento del 21.40% del tiempo, aunque cabe hacer mención de que en esta parte, el incremento en la velocidad de soldeo no es tan necesario dado que es una máquina que por sus características absorbe fácilmente toda la fabricación.

Por lo que respecta a los demás procesos operativos del armado de tarjetas, teclados, etc. se proporcionaron, como ya se explicó en el capítulo anterior, los medios y las herramientas necesarias para que no fuesen a resultar cuello de botella y así impedir el flujo normal de la línea de armado.

Tablas de Resultados

Diagrama Bimanual.		
Diagrama <u> / </u> de <u> / </u>	<u>SOLDER EN CRISIS</u>	
Operario _____	Compuesto por <u>Angiella</u>	
Fecha <u> </u> de <u> </u> de <u> </u>	METODO: <u>ACTUAL</u> O PROPUESTO	
DESCRIPCION		
MANO IZQUIERDA	O T D S O T D S	MANO DERECHA
1 Toma teclado 2 Sostiene 3 Sostiene 4 Sostiene 5 Pasa a la derecha 6 Espera 7 Espera 8 Espera		1 Toma Brocha 2 Hoja con Flux 3 Impregna tarjeta 4 Deja brocha 5 Toma teclado 6 Suelde 7 Revisa soldadura 8 Deja en mesa
TOTALES ACTUAL	0 2 3 3 5 3 0 0	

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**PROCESO** Soldeo en crisol**METODO** Actual

A	C	T	I	V	I	D	A	D	E	S	VECES	TIEMPO	TOTAL
1	Impregnar	la	tarjeta	con	Flux						1	0.153	0.153
2	Soldeo										1	0.177	0.177
3.	Retirar	adhesivos									1	0.152	0.152
4.	Revisión	del	soldeo								1	0.543	0.543

													01.035

Cabe recordar que la fase de soldeo en crisol fue eliminada, por lo tanto no se presenta un método propuesto.

Como anteriormente se aclaró uno de los puntos más importantes para la aprobación del estudio fue el que la dirección de la empresa pedía que los trabajadores se vieran beneficiados en su trabajo. Por lo cual, siempre se buscaron mejoras al medio ambiente del trabajo, en su iluminación, en el movimiento de materiales, en que tuvieran las herramientas adecuadas, etc.

Uno de los puntos tratados fue el de re-ubicación del local de trabajo, es decir, una nueva disposición de las mesas de trabajo dentro de las áreas, como se puede observar en los finales de los dos anteriores capítulos, se logró una notable reducción de las distancias que se debían de recorrer para el flujo de materiales, situación que trajo un decremento en la fatiga de los trabajadores, que para realizar las mismas actividades, recorren menores distancias y acarrean los materiales y productos en proceso de fabricación por lugares de mayor facilidad de movimiento, (aproximadamente un 40% menos en movimientos innecesarios).

En resumen, los métodos propuestos ayudan a que las labores sean más fácil y rápidamente desempeñadas, pudiéndose calcular un ahorro global de más del 20%.

CONCLUSIONES

Probablemente al inicio del presente trabajo, no se marcó su verdadero significado, sino que, por el contrario, se fue desarrollando mientras el lector se introducía en el contexto del mismo.

La búsqueda de constantes métodos y de mayor eficiencia que redunde en mayor productividad, han hecho de la Ingeniería Industrial, y más en específico, de la Ingeniería de Métodos una de las disciplinas más utilizadas en las últimas décadas. La tecnología moderna avanza a pasos tan agigantados que no es posible quedarse atrás en ningún momento, dado que se podría dudar de la permanencia en el mercado de compañías como las que motivaron el presente estudio.

Como se fue repitiendo a lo largo del presente trabajo, para la empresa el factor humano es uno de los móviles de mayor peso para el desarrollo de cualquier proyecto que se realice dentro de ella, razón por la cual, los encargados de llevar a cabo las ideas que generaron el presente estudio debieron de tomar en cuenta los aspectos concernientes a las capacidades de tipo psicológico, físico, etc. de los que

vivirían con los resultados, por arriba de algunos otros aspectos, como económicos, limitantes de espacio, etc..

Por lo mismo, la metodología que se planteó a lo largo del desarrollo de esta tesis, buscaba abarcar varios puntos, mismos que citados aleatoriamente quedan como sigue:

Primeramente, debía de ser Práctica, es decir, que pudiese desarrollarse en la compañía con los recursos que se tenían disponibles. Por otro lado, las soluciones propuestas debían de ser fácilmente aplicables, con esto se pretendía que los trabajadores pudiesen asimilar rápidamente los nuevos métodos.

Un tercer punto a considerar fue que los métodos usados para llegar a las soluciones se apegaran a las reglas que la Ingeniería de Métodos propone para casos como estos. Otro punto a considerar es que cualquier cambio que se propusiera debía de traer como consecuencia una mejora en las condiciones de trabajo de cada uno de los seres humanos de estaban involucrados. Por último, se debía de contar con la aprobación de la dirección de Lógica Digital.

Y como resultado de las anteriores premisas, se puede afirmar que se lograron en gran medida las metas propuestas. Hoy en día, en Lógica Digital, parte del trabajo de armado

de calculadoras y de máquinas de escribir, se realiza más fácilmente, con un índice de errores mucho menor, con una mano de obra más sencilla y con métodos de montaje que producen eficiencia desde un inicio. Todo lo anterior se traduce en una mejora general en los métodos, un menor esfuerzo humano en algunas de las tareas, un menor costo de producción, menor tiempo de fabricación y por lo tanto mejor respuesta al mercado, etc.

Partiendo de la frase "siempre hay un método mejor"; es obvio que este trabajo puede mejorarse, que se pueden lograr resultados diferentes que conduzcan a mayores beneficios, sin embargo, puede ser utilizado para futuras modificaciones, y servirá de base para nuevos estudios.

BIBLIOGRAFIA

BAILEY, Gerald B., "Motion and Time Study, Design and Measurement of Work", John Wiley & Sons, 1980

BAILEY, Gerald B., "Basic Motion Time Study", McGraw Hill, 1983

BUFFA, Elwood S., "Administración y dirección técnica de la producción"g. 4a. ed., Limusa, 1977, pp 215-435.

O.I.T., "Introducción al estudio del trabajo", 3a. ed Ginebra, OIT, 1980, 451 pp.

HICKS, Philip E., "Introduction to Industrial Engineering". Seminario para la Universidad Panamericana. 1982

TRUJILLO, Juan José. "Elementos de Ingeniería Industrial". México, Limusa, 1982, pp. 165-198

TURNER, Wayne C., et al. "Introduction to Industrial and Systems Engineering", Engelwood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1978, pp 90-141

CARSON, Gordon B., "Production Handbook" 3th. ed., New York, John Wiley & Sons, Inc., 1972 cap.11,12,13,14.

UNIVERSIDAD PANAMERICANA, "Seminario de Productividad", México, Abril 1985.

CORZO, Miguel Angel. "Introducción a la Ingeniería de Proyectos", México, Limusa, 1972, Caps. 1,2,3,4.

HAYNARD, H. B., "Industrial Engineering Handbook", McGraw Hill, 1971

HAYNARD, H. B., "Manual de Ingeniería de Producción Industrial", McGraw Hill, 1980

NIEBEL W. Benjamín. "Ingeniería Industrial", Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A., 1974

VAUGHN, C. Richard, "Introducción a la Ingeniería Industrial", Ed. Reverté, 1973