

Lej. 127



*Universidad Nacional Autónoma de México*

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**APLICACION DE LAS TECNICAS DE PLANEACION  
EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P r e s e n t a

**CONSTANZO RODRIGUEZ RODRIGUEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

APLICACION DE LAS TECNICAS DE PLANEACION EN LA  
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

Tesis realizada por:

Angel Gerardo Flores Flores

Arturo Nova Covarrubias

Constanzo Rodríguez Rodríguez.

Ciudad Universitaria, D.F., Agosto 1 9 7 9 .

## I N D I C E G E N E R A L

	PAGINA
PREFACIO	1
CAPITULO I. <u>La planeación en la Industria</u>	3
1* Concepto de Planeación	3
2* Planeación dentro de la Industria Automotriz	5
3* Aplicaciones de la Computadora en la Industria Automotriz	9
CAPITULO II. <u>Situación Actual de la Industria Automotriz</u>	12
1* Desarrollo de la Industria Automotriz	12
2* Estructura de la Industria Automotriz	14
CAPITULO III. <u>Incorporación de un Nuevo Modelo de Automovil                           al Mercado</u>	26
1* Definición del Problema	26
2* Actividades necesarias para el Lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil	26
3* Planteamiento del Problema	48
4* Solución del Problema	48
a) Aplicación del Método de Ruta Crítica al Lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil	48
b) Aplicación del Método Simplex al Lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil	79
CAPITULO IV. <u>Análisis de Resultados y Conclusiones</u>	108
1* Análisis de los resultados obtenidos con el Método de Ruta Crítica	108
2* Análisis de los resultados obtenidos con el Método Simplex	108
3* Conclusiones	108

APENDICE A.	Manual del programa RUTA*A*	111
APENDICE B.	Instructivo básico del paquete TEMPO	117
APENDICE C.	Bibliografía.	127

## P R E F A C I O.

Los objetivos de la presente tesis son:

- PRIMERO. Aplicar las técnicas de Planeación al lanzamiento de un nuevo modelo de automóvil en una empresa automotriz.
- SEGUNDO. Demostrar con el mismo ejemplo práctico (lanzamiento de un nuevo modelo de automóvil), las ventajas que se tienen al elegir la técnica de Programación Lineal adecuada, sobre otra técnica de Programación Lineal, para problemas en particular, como en el caso de este trabajo.

Se ha elegido a la Industria Automotriz como ejemplo, ya que ella constituye una de las industrias más fuertes y complejas con que cuenta la Planta Nacional Industrial. Por lo anterior, las conclusiones a las que se lleguen, servirán, no solamente a la Industria Automotriz, sino podrán hacerse extensiva a otro tipo de industrias.

A continuación se presenta un extracto de cada uno de los capítulos que integran el presente trabajo.

En el primer capítulo -La Planeación en la Industria- se expone un concepto de planeación en forma global, posteriormente se enfoca la planeación dentro de la Industria Automotriz y en este mismo capítulo se hace referencia al uso de la computadora en las empresas automotrices.

El capítulo segundo -Situación Actual de la Industria Automotriz- muestra el desarrollo que ha tenido la Industria del Automóvil, la forma en que se encuentra organizada y su funcionamiento a través de un organigrama.

En el capítulo tercero -Incorporación de un Nuevo Modelo de Automóvil al Mercado- se define el problema en particular, 'Lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automóvil'. En seguida se describen las actividades que forman el proceso de lanzamiento de un nuevo modelo de automóvil, a continuación se plantea el problema y posteriormente se procede a resolver

Por medio de dos técnicas de programación lineal:

- a) Método de Ruta Crítica
- b) Método Simplex

Ambos métodos son resueltos con la ayuda de la computadora digital.

El cuarto capítulo -Análisis de Resultados y Conclusiones- analiza los resultados obtenidos con cada uno de los métodos empleados en el capítulo anterior e inmediatamente después se consideran las conclusiones.

Por último se incluyen los apéndices A, B y C.

El apéndice "A" contiene el manual del programa RUTA\*A\*, en el apéndice "B" se tiene el instructivo básico para la utilización del paquete TEMPO en rutinas de programación lineal y finalmente el apéndice "C" está formado por la bibliografía consultada para este trabajo, así como por obras afines al tema de la presente tesis.

Nuestro agradecimiento para todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron a la realización del presente trabajo. Cabe destacar la ayuda prestada por el director de esta tesis el Sr. Ing. Jesús Aguirre y Osete, así como nuestro reconocimiento al Sr. Ing. Enrique López Patiño, Profesor de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. por su invaluable colaboración y al Sr. Act. Rubén Chávez Misrahi por su valiosa ayuda en el manejo del paquete TEMPO.

# C A P I T U L O I.

## La Planeación en la Industria

### 1\* Concepto de Planeación

La planeación consiste fundamentalmente en proyectar un futuro deseado y de los medios para hacerlo posible. La planeación es la sistematización y organización del proceso de planeación y por consiguiente, en el mejor conocimiento y evaluación del mismo.

La planeación es característica en tres sentidos:

- 1º La planeación es una toma de decisiones anticipada
- 2º La planeación implica un conjunto de decisiones interdependientes
- 3º La planeación es un proceso que se dirige a la creación de uno o más estados futuros deseados, y que no es probable que ocurran a menos que se haga algo al respecto.

Acerca de las decisiones requeridas en la planeación, éstas tienen las siguientes particularidades substanciales:

- La planeación debe ser dividida en etapas, ya que el número de decisiones es extenso y no se pueden manejar todas las decisiones al mismo tiempo.
- El conjunto de decisiones deben estar relacionado entre si.

La planeación es un método que enfoca una solución pero nunca la alcanza en definitiva por las siguientes razones:

- No hay límite en relación al número de revisiones posibles a las primeras decisiones.

- Tanto el sistema donde se está planeando como el medio donde se ha de realizar, se modifica durante el proceso de planeación.

Existen dos tipos de planeación que se encuentran interrelacionadas, éstas son: La planeación estratégica y la planeación táctica.

La planeación estratégica versa sobre las decisiones de efectos duros y difícilmente reversibles. La planeación estratégica trata tanto de la selección de los objetivos como de la elección de los medios para alcanzarlos, por lo que la planeación estratégica se orienta tanto a los fines como a los medios para alcanzar dichos fines. La planeación estratégica es una planeación corporativa a largo plazo, que está dirigida hacia los fines pero no de manera exclusiva. La planeación táctica trata de la selección de los medios por los cuales han de perseguirse objetivos específicos.

La planeación se puede dividir en las siguientes partes:

- Fines: Especificar objetivos y metas
- Medios: Elegir políticas, programas, procedimientos y prácticas con las que habrán de alcanzarse los objetivos
- Recursos: Determinar tipos y cantidades de recursos que se necesitan; definir como se habrán de adquirir o generar y como habrán de asignarse a las actividades.
- Realización: Diseñar los procedimientos para tomar decisiones, así como la forma de organizarlos para que el plan pueda realizarse.
- Control: Diseñar un procedimiento para prever o detectar los errores o las fallas del plan, así como para prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad.

Las teorías y técnicas de la planeación están perfectamente desarrolladas, éstas son: la teoría de inventarios, las técnicas de Programación Matemática, las técnicas PERT y CPM, la teoría de colas, etc.

El desarrollo de modelos y la aplicación de una técnica adecuada nos permite valorar el efecto que tienen las diferentes políticas y distribuciones de recursos en el rendimiento de una organización en algún proyecto.

Un modelo es una representación de la realidad, se construye de modo tal que explique el comportamiento de algunos aspectos de la realidad, pero no el de todos. La razón que justifica el empleo de un modelo es que éste es siempre menos complejo que la situación existente en el mundo real.

Tiene que ser una buena representación de las dimensiones que están relacionadas con los objetivos de los sistemas; ya que en cualquier otro caso, no resultaría útil y, por lo tanto, no se le utilizaría.

La construcción, validación y utilización de modelos, requiere generalmente de un esfuerzo considerable por parte de expertos en optimización, esto aunado al temor producido por la utilización de técnicas matemáticas y científicas, es suficiente para alejar a muchos administradores, de un enfoque de planeación optimizante.

La figura 1.1 ejemplifica como debe atacarse un problema.

## 2 \*Planeación dentro de la Industria Automotriz.

Actualmente es cierto que la rápida obsolescencia, la cerrada y rígida competencia de la Industria Automotriz, obliga a las empresas a no confiar al azar la planeación de sus productos. De aquí que una de las actividades más importantes y fundamentales de cualquier organización industrial, sea la preparación de planes a corto y a largo plazo. Este proceso es decisivo para el progreso de cualquier empresa.

En la actualidad se producen una gran variedad de automóviles con una gran cantidad de opciones como lo son: el tamaño, el tipo de motor, el tipo de transmisión, el número de puertas, los colores de la carrocería, el tipo de materiales usados en sus interiores, etc.

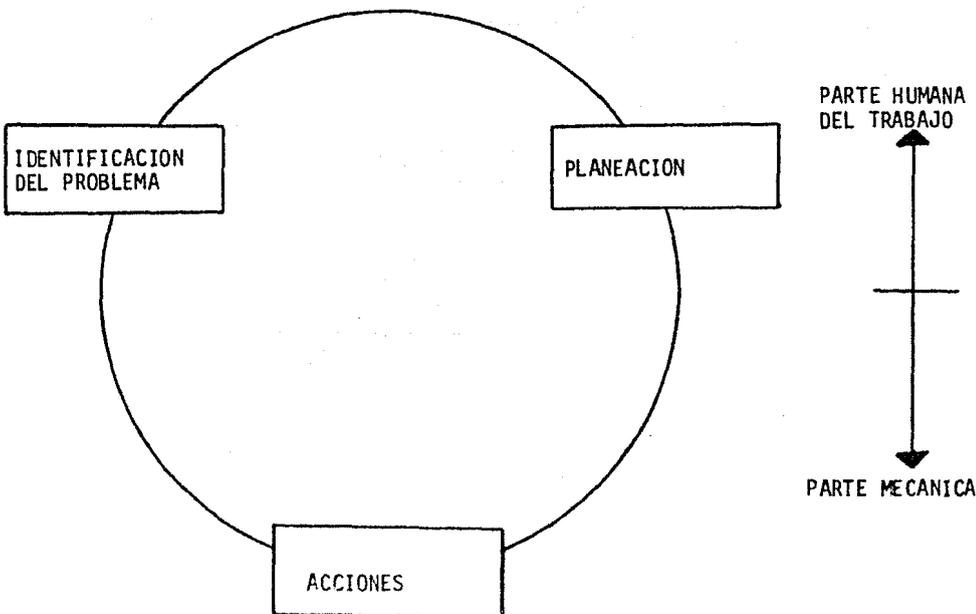
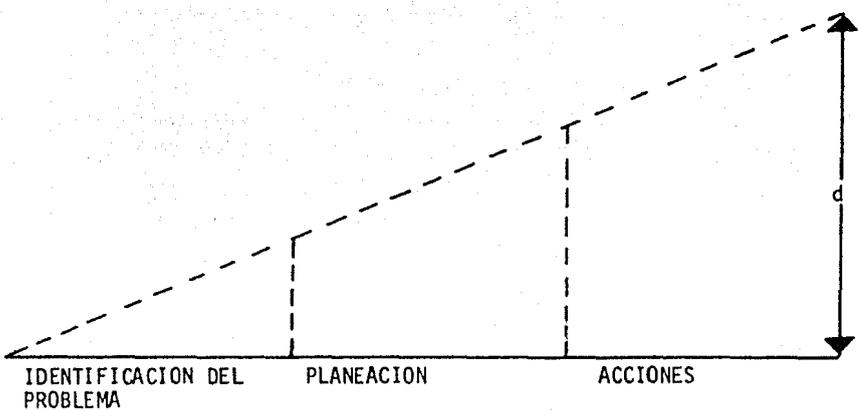


Figura 1,1

La Industria Automotriz además de fabricar vehículos para el transporte, toma en cuenta la seguridad que se tenga en el diseño de los automóviles, la funcionalidad, el confort, la estética del automóvil, etc. De lo anterior, al tener en cuenta las características que debe tener un automóvil para salir al mercado, debemos considerar que es el producto de una serie de estudios diferentes, que dan como resultado, un vehículo que cuente con las características óptimas, para que este producto tenga plena aceptación en el mercado.

En México la Industria Automotriz no es totalmente independiente, ya que los vehículos que se producen en México son seleccionados de entre los que se ofrecen en las casas matrices del extranjero, por lo que la elección de vehículos para México debe apegarse lo más posible al mercado nacional, y no diseñar uno exclusivamente para México.

El país de origen del vehículo después de haber diseñado sus automóviles, emite un programa de descripción para cada uno de ellos, en este programa se muestran sus características tanto técnicas como de seguridad y comodidad. De ahí parte la Industria Automotriz Mexicana con el objetivo de planear el vehículo óptimo para satisfacer las necesidades del mercado nacional.

Una vez emitido el programa de descripción de todos los vehículos a lanzarse como modelos en determinado año, se envían a los países afiliados para su revisión y estudio. Uno de estos países es México, que se ve involucrado en la selección del vehículo ó modelo que se ofrecerá para un año futuro.

Dentro de la planeación a desarrollar se tienen que tomar en cuenta una serie de criterios que van desde los más complicados equipos de seguridad y confort hasta el más mínimo adorno. La Industria Automotriz tiene asignados varios departamentos para este estudio; estos departamentos son: Ingeniería, Manufacturas, Comercialización, Relaciones Gubernamentales, Contraloría, Sistemas y Adquisiciones. Todos, en cada una de sus funciones analizan las alternativas escogiendo en cada caso las más viables con respecto a las necesidades que se tengan.

Planeación del Producto emite una carta del producto con el programa inicial la cual la revisa con Contraloría, Manufactura y Adquisiciones, al tiempo que hacen un estudio de costos de herramental de partes únicas para México. Este programa inicial es revisado también por el grupo de la casa matriz designado al país respectivo, para dar su visto bueno y carta abierta para continuar con el programa.

El departamento de Adquisiciones entrega a Contraloría un presupuesto para el desarrollo de partes locales (que se fabrican en el país que ensambla).

Una vez aprobado el programa se publica el programa de descripciones con el cual Ingeniería del Producto comienza a revisar el listado de materiales que se encuentra disponible en el país de origen para clasificar y autorizar el uso en el modelo local así como la información necesaria para el desarrollo de partes locales, los colores, interiores, tipos de vestiduras y opciones que se usarán en el vehículo, Ingeniería comienza a ponerse de acuerdo con el país de origen siguiendo todo su desarrollo para estar de acuerdo con los últimos niveles de ensamble.

Se procede a la realización de un vehículo prototipo para poder probar y ver los posibles problemas que puedan surgir durante el desarrollo del vehículo una vez ya en producción.

El departamento de Comercialización comienza a planear sus estrategias, así como los catálogos para el programa de ventas del vehículo.

Adquisiciones empieza a trabajar en el programa de manejo de materiales, colocación y localización.

Se corren pruebas del material localmente proveído para validar su uso en producción.

Manufactura hace su estudio de nuevo herramental para planta, adaptándose a las nuevas necesidades del modelo o vehículo a producir.

Otras oficinas de Adquisiciones se encargan de abastecer la planta de materiales tanto importados como locales, que se requieran para el ensamble, tomando el listado de partes emitido por Ingeniería para usarse.

Como se puede apreciar hay varios departamentos, oficinas y personas relacionadas con las operaciones con el fin de tener todo preparado para el correcto ensamble de los vehículos en planta en la fecha indicada para su lanzamiento.

La forma en que se planea y se programan todas las actividades entre todos los departamentos y oficinas involucrados, es en cierta forma basándose en sus experiencias anteriores, ya que las actividades en sí varían poco en cada nuevo modelo.

Aún así cada departamento coordina internamente sus actividades tomando en cuenta sus necesidades y las de los demás departamentos involucrados directa o indirectamente en sus actividades, además existe un departamento que coordina en base de la información que le pasa cada uno de los departamentos y emite una carta en donde publica todos y cada uno de los eventos a desarrollarse con fechas programadas para su realización, y cada oficina dentro de su departamento de control interno cumple con estos eventos dentro de la programación reportando a la oficina de control, la cual reporta el estado de avance de cada oficina a todas las personas involucradas, de esta forma se controlan todos los eventos a realizarse para el lanzamiento del modelo.

### 3 \*Aplicaciones de la Computadora en la Industria Automotriz.

El ritmo de la vida moderna está afectado por un sinnúmero de condiciones; previsible unas, inesperadas otras, las cuales lo hacen altamente susceptible a cambios y modificaciones. Por lo antes mencionado, todo aquel individuo, grupo, empresa, país, etc. que quiera alcanzar o mantenerse a la cabeza de los demás, deberá ser lo suficientemente dinámico para ir siempre adelante de lo que marquen las condiciones actuales. Esto solamente lo logrará optimi

zando y aumentando los recursos de que dispone, es por ello que las distintas empresas que pertenecen al sector automotriz supieron entender las condiciones que marcaban la pauta de la Industria y tratan de apoderarse de el liderato, para lograrlo y obtenerlo, están optimizando sus recursos mediante una posición agresiva y alerta ante las necesidades del mercado.

Las metas de la Industria Automotriz, siempre serán ambiciosas, con la visión a futuro, es por ésto que siempre están buscando aplicar las técnicas nuevas enfocadas hacia una mejor administración. La tecnología moderna con todas sus innovaciones, ha sido un valioso auxiliar en todas las operaciones, y es por ello que actualmente la Industria terminal dispone aproximadamente de cien sistemas mecanizados en funcionamiento, más otros que se encuentran en desarrollo y otros más en fase de estudio.

Actualmente en la Industria Automotriz los sistemas mecanizados están divididos en dos grandes grupos:

- Administrativos
- Industriales o Automotrices

Como ejemplo de los sistemas administrativos tenemos los siguientes: Contabilidad; Costos y Precios; Nóminas; Cuentas por pagar; INFONAVIT; IMSS; etc. Estos ejemplos son clásicos en casi todas las instalaciones que cuentan con una computadora y representan el 40% de los sistemas.

El otro 60% de los sistemas lo ocupan los sistemas Industriales o Automotrices, tales como: Inventarios; Producción y Venta; Control de Producción; Recibo de Materiales; Planeación del Producto; Manufactura; etc.

En la Industria Automotriz uno de los departamentos que requiere actualización constante en su administración es el departamento de control de producción, este departamento da la pauta de éxito o fracaso dentro

de la Industria Automotriz en especial, ya que siendo una industria tan compleja su control de producción debe tender a ser perfecto y para poder lograrlo deberá tener los mejores sistemas de operación, los cuales le ayudarán a resolver de una manera más rápida y efectiva los problemas y evitar al máximo los riesgos.

## C A P I T U L O II.

### Situación Actual de la Industria Automotriz

#### 1 \*Desarrollo de la Industria Automotriz

A partir del 1º de Septiembre de 1964, año en que entra en vigor el Decreto expedido el 23 de Agosto de 1962 en el cual, la integración nacional por planta terminal, representaba, cuando menos, el 60% del costo de producción de los vehículos armados en México, integración que se alcanzó, con la fabricación en el país de los motores y conjuntos mecánicos y con la incorporación de otros componentes de producción nacional.

Entonces la industria automotriz adquirió la categoría de industria de transformación, al superar la etapa de mera ensambladora de materiales importados, que hasta esa fecha, se venía realizando.

Como quedó dicho anteriormente la integración nacional mínima obligatoria del 60% respecto a lo que se conoce como costo directo de producción, que había de cubrir, como promedio, cada una de las plantas terminales, en la producción de sus vehículos.

Por costo directo de producción se entiende la suma de:

Materias primas y componentes, combustibles y materias auxiliares, energía utilizada, mano de obra directa y prestaciones, depreciación de maquinaria y equipo.

El grado de integración nacional era el porcentaje que representaba el resultado de restar el valor de las materias primas y componentes de importación.

La idea de mexicanizar la industria automotriz no fué que el capital social de las empresas terminales, estuviera mayoritariamente en propiedad de mexicanos, sino que las partes que constituyen un automovil fueran elaboradas en México, por empresas, técnicos, obreros y materias

primas mexicanas.

A fines del sexenio pasado, el país empezó a sufrir fuertes presiones económicas en diversas ramas de la producción y la economía, y muy en lo particular a la salida de divisas.

Esta delicada situación obligó al gobierno a tomar una serie de medidas, y el 20 de Junio de 1977 se publicó un nuevo Decreto para el fomento de la Industria Automotriz, cuyo reglamento apareció publicado el 19 de Octubre del mismo año. Ambos documentos obligaron a la industria automotriz a dar un giro hacia una mejor producción, una programación más adecuada, y sobre todo una racionalización de recursos, dentro de un marco de mayor contenido nacional.

Entre los puntos de mayor importancia de este decreto podemos citar los siguientes:

- La integración nacional ya no es por planta sino por vehículo
- Se mantiene el apoyo a la industria de autopartes, las empresas de la industria terminal no podrán fabricar componentes que produzca la industria de autopartes.
- Se da tratamiento preferencial para las empresas mayoritariamente mexicanas en la industria terminal.
- Se aumenta la integración nacional de auto partes.
- El impuesto por tenencia de los vehículos ya no se fijará en razón de precio de la unidad, sino de su peso potencia.
- Liberación de precios, se liberan los precios al distribuidor y al público de los automóviles, dejando con ello que las empresas fabricantes de automóviles, fijen su precio máximo al público.

De acuerdo a los puntos anteriores esta nueva política propicia una mayor integración nacional y ha logrado un aumento en las exportaciones.

Por otra parte, ha habido una integración real por modelo y no por planta.

Además el manejo de las divisas en favor de la economía mexicana, es objeto fundamental, así como la racionalización de energéticos a través de una política de apoyo a la fabricación y utilización de automóviles pequeños.

El cumplimiento de los decretos que promueven y regulan la integración horizontal de la industria automotriz la han llevado a ser actualmente una de las más importantes industrias de transformación en México, tanto por su dinamismo como por su generación de empleos.

La importancia de la industria automotriz puede analizarse desde varios puntos de vista, por una parte, como abastecedora de los vehículos automotores que son esenciales en toda economía moderna para el transporte de materias primas y productos de los centros de producción a los de consumo, así como el transporte de pasajeros, y como actividad fabril propiamente dicha.

La producción de automóviles y camiones constituye desde hace varios años, uno de los sectores más dinámicos de la industria manufacturera del país, y por lo tanto de la economía en general. Ya que por sus interrelaciones con otras ramas relativas que la proveen de insumos, como la industria hülera, química, siderúrgica, del cobre, del aluminio, textil, etc. Permite la absorción y difusión de sofisticadas tecnologías con lo cual contribuye al desarrollo tecnológico del país.

## 2 \*Estructura de la Industria Automotriz.

La industria automotriz está formada por dos sectores.

- La industria terminal
- La industria de autopartes

La industria terminal la integran los fabricantes, propiamente dicho de automóviles y camiones, que se encargan del ensamble final de los vehículos, a partir de componentes de producción nacional, complementados con

componentes de importación. La Industria de Autopartes está integrada por los productores de los componentes y materiales para equipo original, es decir destinados al ensamble de los vehículos y para el mercado de refacciones.

En la industria terminal se distinguen a su vez dos grupos de empresas, el primero y más importante, es el de aquellas que fabrican sus propios motores y ensamblan automóviles y camiones, y el otro grupo está formado por empresas que ensamblan vehículos pesados llamados tractocamiones y autobuses integrados para el transporte de pasajeros.

Por su parte el sector de la industria de autopartes está formado por cientos de empresas, de distintas ramas industriales, como; Hulera (fabricante de llantas, mangueras y otros componentes de hule) Química (pinturas, solventes, partes plásticas) Metálica (tornillería y resortes) Textil (vestiduras) Eléctrica (acumuladores) Fundición de Hierro y Acero Carrocera (cajas de pick-up) y la propia rama específica de partes automotrices (transmisiones, ejes, diferenciales, etc.)

Su tamaño varía de grandes plantas con decenas de millones de pesos de inversión y cientos de trabajadores, a pequeños talleres. Así como, unas empresas producen partes solo o principalmente destinadas a equipo original y otras dedican su producción básicamente al mercado de refacciones.

La industria terminal automotriz satisface casi el 100% del mercado nacional, salvo las reducidas importaciones de automóviles y camiones que se autorizan para cubrir la demanda de la zona fronteriza (20 Km. de franja con Estados Unidos de Norteamérica) y las zonas de perímetros libres que en su mayor parte son unidades usadas de precio muy reducido.

Por último se presenta en este capítulo un organigrama que nos muestra la organización interna de una compañía automotriz (ver figura 2.1)



A continuación se describe brevemente las actividades que desarrolla cada departamento según el organigrama de la fig. 2.1

### DIRECCION GENERAL.

La dirección dispone que se realicen las cosas por medio de los demás coordinando los elementos con que cuenta la empresa para lograr sus fines (hombres, materiales, métodos y dinero). Asigna deberes y delega autoridad. Determina las funciones y relaciones entre las distintas jerarquías y sus canales de comunicación.

### CONTRALORIA.

Se ocupa de los sistemas generales de contabilidad, así como de los análisis e interpretación de los estados financieros, controla la recuperación de inversiones, el costo y utilidad en cada campo de operación así como de las acciones obligaciones, y valores en general.

### FINANZAS.

Realiza las siguientes actividades: Provee de capital a la empresa, realiza las operaciones bancarias, la compra de valores, seguros, etc.

### COSTOS.

Teniendo en cuenta el Decreto Automotriz el departamento de costos, observará que el peso de la unidad quede dentro de los límites menores (dentro del grupo en que se encuentre el automovil), logrando así que la unidad sea tasada con un impuesto menor. Por lo anterior y efectuando un análisis de costo de la unidad competitivo, se logra una política de ventas más agresiva.

## INGENIERIA.

18

Recibe la información de la compañía matriz y ya que obtiene esta información, la coordina dentro de los departamentos de planeación del Producto e Ingeniería del Producto.

Se hace notar de lo anterior la dependencia tecnológica existente en el ramo automotriz.

## PLANEACION DEL PRODUCTO.

Definen las opciones y equipos disponibles a instalar en las unidades, así como también efectúa estudios de las líneas de carrocería existentes en la casa matriz, seleccionando las de mayor posibilidad de mercado nacional en base a apariencia, seguridad, confort, etc.

## INGENIERIA DEL PRODUCTO.

Su función principal es la emisión del listado de material, el cual deberá contener la totalidad de las partes necesarias para el ensamble de las unidades propuestas por planeación del producto. Además realiza diseños y pruebas de partes que son peculiares tales como: vestiduras, partes de suspensión, ejes, llantas, frenos, cristales, componentes eléctricos, etc. Todas ellas producidas por proveedores locales.

## COMERCIALIZACION.

Se encarga de la ejecución de las actividades comerciales que dirigen el flujo de bienes al consumidor.

Comercialización es el análisis, organización, planeación y control de los recursos, políticas y actividades de la empresa, que afectan al cliente, con vistas a satisfacer las necesidades y deseos de los grupos escogidos de clientes, obteniendo con ello una utilidad.

## VENTAS.

19

La Industria Automotriz lleva a cabo sus transacciones de ventas a través de concesionarios unicamente. Estos concesionarios, se encuentran distribuidos en los distintos estados del país.

## PUBLICIDAD.

El departamento de Publicidad realiza todos los trabajos necesarios para planificar y llevar a cabo la campaña de publicidad valiéndose de los siguientes medios: periódicos, revistas, televisión, radio, cine etc.

## MERCADOTECNIA.

Este departamento en base a encuestas, muestreo, experiencias anteriores y estudios de mercado calcula los pronósticos de ventas.

Este nuevo orden de factores implica determinar por anticipado aspectos relevantes de su mercado, entre los cuales podríamos detectar los siguientes: Quienes lo forman, cuales son sus características sociales y económicas, sus gustos, preferencias, usos y costumbres, sus necesidades, hábitos y deseos, etc.

## ADQUISICIONES.

Este departamento se encarga de obtener los materiales, equipo, servicios y suministros de calidad adecuados, en las cantidades correctas, a precios justos y en el momento oportuno.

### ANALISIS TECNICO Y DESARROLLO DE PROVEEDORES.

El objetivo de este departamento es ofrecer las facilidades tecnológicas y financieras a los proveedores potenciales, teniendo como fin lograr el grado de integración nacional que impone el decreto automotriz.

Fomentando con lo anterior la creación de empleos a nivel nacional dentro de la Industria Automotriz.

### COMPRAS EN EL PAIS.

Su función de este departamento es la de comprar las más de las partes posibles de origen nacional.

### COMPRAS EN EL EXTRANJERO.

Este departamento de la dirección de adquisiciones se ocupa de la compra de partes herramientas en el extranjero, que no haya en el país.

### RELACIONES.

Canaliza tanto el trabajo de Relaciones Gubernamentales y Relaciones Industriales. Así relaciones coordina los asuntos, ya sean de tipo permisos gubernamentales o lo concerniente a la administración del personal.

### RELACIONES GUBERNAMENTALES.

Se encarga de tramitar los permisos necesarios para la importación de herramientas, materia prima y subensambles o partes que sean necesarias al ensamble final de la unidad.

### RELACIONES INDUSTRIALES.

Este departamento se encarga de las relaciones laborales, contratación, empleo, administración de sueldos y salarios, de la higiene y seguridad, del Seguro Social y de prestaciones a los trabajadores.

### MANUFACTURA.

El objetivo del departamento de manufactura es lograr oportunamente la producción de los productos requeridos en el mercado, asegurando una calidad satisfactoria.

### CONTROL DE CALIDAD.

Tendrá a su cargo observar el cumplimiento de las especificaciones, normas, estándares y reglamentaciones a cumplir.

Ejemplo: emisión de gases, ruidos, relaciones peso-potencia, etc.

### CONTROL DE PRODUCCION (STAFF).

Tiene básicamente dos funciones; primera asegurar que se cumpla el programa de producción (número de unidades requeridas por la Dirección de Comercialización). El programa de producción se calculará de acuerdo a las siguientes restricciones:

Pronóstico de Ventas, Capacidad de la Planta, limitantes del Gobierno, etc.

Segunda, programar los requerimientos de material a proveedores, los cuales deberán asegurar los embarques de las partes cuando se requieran.

### MANTENIMIENTO.

El departamento de mantenimiento presta los cuidados necesarios para tener en correctas condiciones de utilización y funcionamiento los medios de la empresa. Comprende los siguientes conceptos:

Reparar.- Eliminar averías, volver a su estado de origen.

Conservar.- Evitar averías o disminución de propiedades, capacidad, calidad.

Realizar modificaciones.- Introducir las variantes necesarias para obtener mejoras.

### MANEJO DE PARTES.

Tendrá a su cargo la expeditación de partes tanto a nivel nacional como internacional, para asegurar así la existencia del material en la planta.

### INGENIERIA DE PROCESOS.

Este departamento se encarga de diseñar y seleccionar los procesos de manufactura, además emite especificaciones de maquinaria y equipo.

### TRAFICO.

Tiene como objetivo agilizar y asignar prioridades de embarque de partes críticas y facilitar a proveedores el embarque de su material destinado a la planta. El departamento se auxilia con los medios de transporte tales como: aviones, barcos, trailers y furgones.

### CONTROL DE INVENTARIOS.

Los objetivos del departamento de control de inventarios son:

1. Minimizar la inversión en el inventario
2. Minimizar los costos de almacenamiento
3. Minimizar las pérdidas por daños y obsolescencia
4. Mantener un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.
5. Mantener un transporte eficiente de los inventarios, incluyendo las funciones de despacho y recibo.

### INGENIERIA DE METODOS.

Este departamento tiene la responsabilidad y proyectar los centros de trabajo donde se va a producir el producto, además, reestudia continuamente el centro de trabajo ya establecido, para encontrar un método mejor para fabricar el producto.

### PLANEACION Y LANZAMIENTO.

Valiéndose de las técnicas de planeación este departamento definirá todas las actividades necesarias para realizar el lanzamiento del nuevo modelo de automóvil, estableciendo los tiempos límites de duración por actividad y definiendo responsabilidades por departa-

tamento. La red de actividades propuesta en este trabajo (ver figura 3.1) es publicada por el departamento de planeación y lanzamiento.

Nótese que con la aplicación del método de Ruta Crítica logramos la total coordinación y control del conjunto de actividades requeridas para lograr el lanzamiento óptimo de un nuevo modelo de automóvil.

### PROGRAMACION.

Partiendo de los datos obtenidos por Ingeniería Industrial tales como:

Duración de actividades en la línea de producción, capacidades, tiempo extra disponible, acuerdos sindicales, etc. El departamento de programación definirá el programa de producción, anual, mensual, semanal y diario.

### SISTEMAS.

Este departamento se encarga de:

- Diseño y análisis de sistemas
- Programación de computadoras
- Operaciones de procesamiento de datos.

Mediante la coordinación de los departamentos de sistemas de operación y sistemas de programación.

### SISTEMA DE OPERACION.

Es el que se encarga de procesar oportunamente los datos proporcionados por los distintos departamentos.

## SISTEMAS DE PROGRAMACION.

Se encarga de la creación de programas mecanizados de reciente requerimiento así como modificación y mantenimiento a los ya existentes.

## C A P I T U L O    I I I .

### Incorporación de un Nuevo Modelo de Automovil al Mercado

#### 1\* Definición del Problema.

Se trata de lanzar a producción un nuevo modelo de automovil, para esto debemos conocer:

- Actividades que forman el proceso de lanzamiento a producción de un nuevo modelo de automovil
- Duración de cada una de las actividades que forman el proceso de lanzamiento
- Interrelación existente entre las actividades integrantes del lanzamiento a producción.

#### 2\* Actividades necesarias para el Lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil.

A continuación se describen en forma sucinta cada una de las actividades que integran el proceso de lanzamiento a producción de un nuevo modelo de automovil. Las actividades que enseguida se especifican no son únicas, ya que cada compañía automotriz varía en el número de éstas. Pero si la siguiente exposición nos dará una explicación consistente del proceso que sigue cualquier empresa automotriz.

##### 1. DEFINICION Y PUBLICACION DE MODELOS (Planeación Producto).

Por medio de una carta se publican el nombre y modelo del nuevo automovil, así como sus principales características, tales como tipo de motor, carrocería y opciones.

Esta información se manda a los departamentos interesados conservándose a nivel confidencial.

2. SOLICITUD DE INFORMACION A COMPAÑIA MATRIZ (Ingeniería del Producto)

Una vez que se ha definido el automovil que se va a producir el departamento de Ingeniería solicita el "listado de material", que es necesario para ensamblar la unidad.

3. RECIBO DE INFORMACION DE COMPAÑIA MATRIZ (Ingeniería del Producto)

El "listado de material" se recibe, ya sea en cinta magnética o en listado físico, dicho listado viene de la casa matriz, el cual contiene el número de partes descritas para, producir la unidad con las características originales.

4. EMISION PREELIMINAR DE PARTES (Ingeniería del Producto)

Se hace un proceso de selección en el cual se eliminan y agregan según el caso las opciones que se usarán para la unidad con las características definidas y publicadas anteriormente, las cuales se emitirán en el listado de materiales de origen local.

5. CONFIRMACION PREELIMINAR DEL ORIGEN DE LAS PARTES (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores)

A medida que el departamento de Ingeniería va emitiendo las partes, el departamento de Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores, estudiaría las posibilidades de cubrir el grado de Integración Nacional de la unidad, establecido en el decreto correspondiente. Para lo cual desarrollará proveedores nacionales y así se define el origen de cada parte.

6. CREACION DEL LISTADO DE CONTROL DE PARTES DEL NUEVO MODELO (C.P.N.M.) (Planeación y Lanzamiento)

Todas aquellas partes que se han definido con origen nacional serán dadas de alta en el archivo de control de partes del nuevo modelo, para que se les de seguimiento y agilización necesaria, con esto se encontrarán disponibles en la planta, para ser ensambladas en la fecha indicada.

7. REVISION PREELIMINAR AL LISTADO C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento)  
Con objeto de evitar omisiones de partes en el archivo, se efectúa una revisión contra el listado de material, logrando así la inclusión completa al C.P.N.M.
8. PRIMER PERIODO DE ACTUALIZACION C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento)  
Al mismo tiempo que se lleva a cabo la actualización del listado de material se actualiza el C.P.N.M.
9. PRIMERA REVISION DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).

Una vez que se ha actualizado el C.P.N.M. se procede a una revisión más contra el listado de material, logrando así tener el archivo todas las partes confirmadas con el origen nacional.

10. SEGUNDO PERIODO DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).  
Igual que en el período anterior de actualización, se efectúa después de la actualización del listado de material.
11. SEGUNDA REVISION Y ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).  
Con el mismo objetivo que la actividad número nueve.
12. TERCER PERIODO DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).  
Se actualizan los datos de control para las partes en sus fechas promesas y reales de entrega de muestras, desarrollo de herramental, cotización, orden de compra etc.
13. TERCERA REVISION DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).  
Se verifica las fechas y parámetros de control del archivo.

14. CUARTO PERIODO DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).

Es en esta actualización cuando el reporte es fundamental, pues de él se detectan las partes que se tienen que integrar nacionalmente y que aún tienen problemas, ya sea por atraso o imposibilidad del proveedor. De esta forma se proveen posibles partes problemas para lanzamiento y se tendrá que decidir si se modifica el origen de nacional por importado.

15. CUARTA REVISION DE ACTUALIZACION A C.P.N.M. (Planeación y Lanzamiento).

Se verifican los datos actualizados.

16. ANALISIS PARTES, PARA DESARROLLO PROVEEDORES (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores).

El departamento de Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores, analizara las posibilidades de desarrollar proveedores nacionales para las partes necesarias en la unidad, se encargará también de dar asesoría técnica, y hasta facilidades financieras logrando así cumplir el objetivo del decreto automotriz de incremento de fuentes de trabajo en el área automotriz.

17. SOLICITUD DE PERMISO DE IMPORTACION PARA FACILIDADES A PROVEEDORES NACIONALES (Relaciones Gubernamentales).

Además de lo anteriormente mencionado en cuanto a fomento de proveedores nacionales también se cuenta con un departamento de Relaciones Gubernamentales, el cual tramitará los permisos necesarios para importar materia prima, herramientas y subensambles o partes que sean necesarias al ensamble final, por ejemplo partes del aire acondicionado, el cual sería de origen nacional.

18. OBTENCION DEL PERMISO DE IMPORTACION PARA FACILIDAD DE PROVEEDORES NACIONALES (Relaciones Gubernamentales).

Después de ser tramitado el permiso de importación, se le notifica al proveedor la disponibilidad de lo solicitado, ya sea materia prima, herramental ó subensambles para poder así fijar fechas promesa de entregas de muestras o partes de producción.

19. ORDEN DE HERRAMENTAL PARA FACILIDAD A PROVEEDORES (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores).  
Al ser desarrollado ya un posible proveedor, conjuntamente compañía y proveedor determinan las características de la parte y si es necesario un herramental especial se solicitará a la compañía matriz información con el fin de poder dar al proveedor todo tipo de facilidades.
20. OBTENCION DE HERRAMENTAL PARA FACILIDAD A PROVEEDORES (Compras).  
Obtenida ya la información sobre el herramental se definen los puntos de arrendamiento o compra del mismo con el proveedor correspondiente en el extranjero se le proporciona al proveedor nacional.
21. ORDEN DE PARTES PARA FACILIDAD DE PROVEEDORES (Compras Nacionales).  
La solicitud de partes de importación que serán ensambladas en otras de origen nacional, es otra de las funciones del departamento de compras. Las cuales mediante el permiso de importación tramitado por Relaciones Gubernamentales y la solicitud de material de control de producción serán abastecidas al proveedor directamente para que este entregue en la planta el ensamble completo.
22. RECIBO Y ENVIO DE PARTES PARA FACILIDAD A PROVEEDORES (Control de Inventarios).  
Al recibir en planta las partes de importación, control de inventarios las identifica y de inmediato son enviadas al proveedor para que este efectue el ensamble de la parte final que el ensamblara a la planta.
23. AJUSTES DE HERRAMIENTAS Y PRUEBAS DE PROVEEDORES LOCALES (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores).  
Al ser recibido del extranjero o desarrollado el herramental por el proveedor local se procede al ajuste y a correr las primeras pruebas, donde serán determinantes calidad, apariencia, funcionalidad, dimensión, durabilidad, etc. pruebas que serán efectuadas por el departamento de control de calidad.

24. PRIMERAS EMISIONES PARTES NACIONALES (Ingeniería del Producto).  
Al ser iniciado el "listado de material" por Ingeniería del Producto se emiten todas las partes que serán necesarias en el ensamble del automovil y se emiten conjuntamente las de origen nacional e importado.
25. PRIMERAS RECONFIRMACIONES DE ORIGEN (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores).  
Emitido así el "listado de material", Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores confirmará los orígenes de las partes, puesto que ha determinado las partes que serán locales o tendrá en proyecto el desarrollo de integración local.
26. PRIMERAS REQUISICIONES DE ORDEN DE COMPRA (Staff).  
Todas aquellas partes que sean de origen nacional o en vías de desarrollo nacional serán detectadas por el Staff y emitirá una requisición de orden de compra, donde se hará notar el volumen anual y el volumen pico mensual de la parte, parámetros de medición comparativa a la capacidad de producción del proveedor y negociar el precio de la parte.
27. PRIMERAS COTIZACIONES A PROVEEDORES INICIALES (Compras Nacionales).  
Recibida la requisición compras solicita cotizaciones a posibles proveedores locales.
28. PRIMERAS COLOCACIONES DE ORDENES DE COMPRA (Compras Nacionales).  
Previo selección de cotizaciones, compras nacionales colocará la orden de compra al proveedor o proveedores seleccionados.
29. ELABORACION DEL PROYECTO DE INVERSION DE COMPRAS (Análisis Técnico)  
Teniendo ya definidas las partes por integrar al origen nacional, compras elabora un proyecto de inversión con el cual proveera facilidades a proveedores y definirá el costo de las partes.

30. APROBACION DEL PROYECTO DE INVERSION DE COMPRAS (Finanzas).  
Después de ser estudiado dicho proyecto por la dirección de Finanzas y la dirección general, se otorga la aprobación al mismo o se modifica si lo amerita.
31. FABRICACION DE HERRAMENTAL PROVEEDORES LOCALES (Análisis Técnico).  
El herramental que desarrollará el proveedor local al serle otorgada la orden de compra será asesorado técnicamente por el departamento de Análisis Técnico.
32. ENTREGA DE MUESTRAS (Análisis Técnico).  
Todas las partes de origen local deberán ser entregadas por Análisis Técnico para ser evaluadas por control de calidad, por lo cual se fijan fechas para la entrega de muestras con suficiente anterioridad a la fecha de lanzamiento.
33. ULTIMAS APROBACIONES DE MUESTRAS (Control de Calidad).  
Todas aquellas partes que deberían ser ensambladas desde la primera unidad, y que son de origen nacional deben estar ya aprobadas por control de calidad.
34. EMISION COMPLETA DE PARTES NACIONALES (Ingeniería del Producto).  
Después de recibir la confirmación de origen se procede a emitir las en el "listado de material".
35. ULTIMA CONFIRMACION DE ORIGEN (Análisis Técnico y Desarrollo de Proveedores).  
Se efectúa la última revisión de origen de todas las partes contenidas en el "listado de material" y se confirman los orígenes.
36. ULTIMAS REQUISICIONES DE ORDEN DE COMPRA (Staff).  
Con las últimas partes confirmadas de origen local se procede a calcular su requisición de orden de compra y se envían a compras.
37. ULTIMAS COTIZACIONES DE PROVEEDORES NACIONALES (Compras Nacionales).  
Al recibir las requisiciones compras solicita cotizaciones a posibles proveedores.

38. ULTIMAS COLOCACIONES ORDENES DE COMPRA (Compras Nacionales).  
Al recibir las cotizaciones se selecciona al proveedor o proveedores idóneos y se coloca la orden de compra.
39. ULTIMOS CAMBIOS DE INGENIERIA PARA PRIMERA UNIDAD (Ingeniería del Producto).  
Hasta esta fecha se limitan los cambios de Ingeniería a las partes con efectividad de primera unidad; debido a la imposibilidad de poder efectuarlos para la fecha de lanzamiento.
40. ENTREGA DE MUESTRA (Análisis Técnico).  
Todas aquellas partes aún no evaluadas o rechazadas deberán existir físicamente en el laboratorio (Responsabilidad de Análisis Técnico), para su evaluación. En el caso contrario se procede a notificar a compras para que solicite a STAFF la importación de la parte equivalente.
41. APROBACION COMPLETA DE MUESTRAS (Control de Calidad).  
La aprobación debe ser publicada completamente de todas aquellas partes desarrolladas por proveedores locales.
42. PUBLICACION DE LISTA DE OPCIONES (Planeación del Producto).  
Se publica a nivel interno y a los distribuidores las opciones de equipo disponible, el cual como objetivo tiene ofrecer el producto, lo más apegado a las necesidades del consumidor.
43. ORDEN DE PARTES PARA PROTOTIPOS (Staff).  
Definidas por Ingeniería del Producto todas las partes necesarias para desarrollar los prototipos, Staff solicita cada parte en su cantidad exacta al proveedor local ó extranjero.
44. OBTENCION DE PARTES PARA PROTOTIPOS (Compras).  
Los departamentos de compras nacionales e internacionales, efectúan el seguimiento de las partes requeridas por Staff.

45. SOLICITUD DEL PERMISO DE IMPORTACION PARA PARTES DEL PROTOTIPO (Relaciones Gubernamentales).  
Compras internacionales indicará a Relaciones Gubernamentales todas aquellas partes que requieran solicitud de importación.
46. OBTENCION DEL PERMISO DE IMPORTACION DE PARTES PARA PROTOTIPO (Relaciones Gubernamentales).  
El departamento de Relaciones Gubernamentales solicitará el permiso correspondiente de importación de las partes no desarrolladas locales.
47. DESARROLLO DE PROTOTIPOS (Ingeniería del Producto).  
En la fecha previamente determinada se construyen las unidades prototipo mismas que servirán para asegurar tener en el "listado de material" todas las partes correctamente emitidas, pruebas de herramental en planta y entrenamiento de personal.
48. REVISION Y ANALISIS DE PROTOTIPOS (Ingeniería del Producto).  
Procesos, Ingeniería Industrial, Control de Producción, control de calidad en conjunto con Ingeniería del Producto efectúan una revisión completa del prototipo para ser detectadas omisiones, actualizar archivos, efectuar mejoras, etc.
49. EMISION DEL LISTADO OFICIAL DE PARTES (Ingeniería del Producto).  
Efectuadas las actualizaciones necesarias se emite el "listado de material" oficial el cual será la base de donde se parta y al cual se le harán modificaciones por los cambios de Ingeniería que así lo requieran.
50. OBTENCION DE PRECIOS DE LAS PARTES (Compras).  
Con el "listado oficial de partes" el departamento de compras asignará el precio de cada parte.

45. SOLICITUD DEL PERMISO DE IMPORTACION PARA PARTES DEL PROTOTIPO (Relaciones Gubernamentales).  
Compras internacionales indicará a Relaciones Gubernamentales todas aquellas partes que requieran solicitud de importación.
46. OBTENCION DEL PERMISO DE IMPORTACION DE PARTES PARA PROTOTIPO (Relaciones Gubernamentales).  
El departamento de Relaciones Gubernamentales solicitará el permiso correspondiente de importación de las partes no desarrolladas locales.
47. DESARROLLO DE PROTOTIPOS (Ingeniería del Producto).  
En la fecha previamente determinada se construyen las unidades prototipo mismas que servirán para asegurar tener en el "listado de material" todas las partes correctamente emitidas, pruebas de herramental en planta y entrenamiento de personal.
48. REVISION Y ANALISIS DE PROTOTIPOS (Ingeniería del Producto).  
Procesos, Ingeniería Industrial, Control de Producción, control de calidad en conjunto con Ingeniería del Producto efectúan una revisión completa del prototipo para ser detectadas omisiones, actualizar archivos, efectuar mejoras, etc.
49. EMISION DEL LISTADO OFICIAL DE PARTES (Ingeniería del Producto).  
Efectuadas las actualizaciones necesarias se emite el "listado de material" oficial el cual será la base de donde se parta y al cual se le harán modificaciones por los cambios de Ingeniería que así lo requieran.
50. OBTENCION DE PRECIOS DE LAS PARTES (Compras).  
Con el "listado oficial de partes" el departamento de compras asignará el precio de cada parte.

51. APLICACION DEL MODELO ABC "COLCHON DE SEGURIDAD" (Control de Inventarios).  
Se efectúa un cálculo para cada parte del material que se tendrá como colchón de seguridad.
52. CARGA DEL CALCULO "COLCHON DE SEGURIDAD" AL SISTEMA (Sistemas de Operación).  
Este cálculo se agrega al que se efectuará para obtener los requerimientos mensuales de cada parte, según el programa de producción.
53. PREPARACION DEL SISTEMA "SOLICITUD DE PARTES" (Sistemas de Programación).  
Teniendo ya el cálculo del "Colchón de Seguridad" se prepara el programa "Solicitud de Partes". el cual dará el nivel número de partes, de los requerimientos mensuales.
54. PRUEBA DEL SISTEMA DE "SOLICITUD DE PARTES" (Sistemas de Operación).  
Se efectúan las pruebas necesarias para verificar la carga del "Colchón de Seguridad", y que el cálculo se haga correctamente.
55. PRONOSTICO DE VENTAS MENSUAL (Mercadotecnia).  
En base a encuestas; muestreo, así como experiencias anteriores y estudios de mercado se calcula un pronóstico mensual de ventas.
56. ELABORACION DEL PROGRAMA DE PRODUCCION MENSUAL (Staff).  
Teniendo el pronóstico de ventas como base, se tratara de cubrirlo tomando en consideración capacidad de planta, días laborables, mezcla de modelos con el fin de poder satisfacer la demanda pronosticada mensual.

57. OBTENCION DE PARTES PARA FACILIDAD DE PROVEEDORES. (Compras en el Extranjero).  
Hecha la solicitud de estas partes por Staff el departamento de Compras en el Extranjero destinará un área de su personal al seguimiento de dichas partes en el extranjero, las cuales deberán estar embarcadas con la suficiente anterioridad al lanzamiento para que el proveedor local desarrolle el ensamble final.
58. CARGA DE OPCIONES AL SISTEMA (Sistemas de Operación).  
Las opciones deberán ser controladas en su porcentaje de instalación debido al decreto de construcción de unidades básicas o austeras, debiendo ser de un 20% como mínimo en un período que va del 1º de Noviembre al 31 de Octubre del siguiente año.
59. PORCENTAJE DE INSTALACION DE OPCIONES (Mercadotecnia).  
Tomando en cuenta lo anterior el departamento de Mercadotecnia, fijará el porcentaje de instalación de cada opción.
60. PROGRAMA DEFINITIVO DE PROGRAMACION DE PRODUCCION MENSUAL (Staff).  
A partir de esos porcentajes, el programa de producción ya calculado anteriormente a nivel modelo. Ahora se calculará aplicando dichos porcentajes a nivel opción, para así tener un programa de producción a nivel opción.
61. CARGA DEL PROGRAMA AL SISTEMA (Sistemas de Operación).  
Dicho cálculo del programa de producción se carga a un sistema que calculará el programa de "entregas de material" mensual, el cual es calculado a nivel número de parte.
62. GENERACION DEL PROGRAMA DE ENTREGAS DE MATERIAL (Staff).  
Se genera el programa de "entrega de material" por proveedor a nivel número de parte, en el cual se contemplan las cantidades mensuales que el proveedor deberá embarcar.

63. ENVIO DEL PROGRAMA DE ENTREGAS A PROVEEDORES NACIONALES (Staff).  
Teniendo ya calculado el programa de "entrega de material" el sistema lo imprimirá en formas donde a cada proveedor le dará su programa por cada parte que el abastezca, las cuales se envían por mensajería.
64. ENVIO DEL PROGRAMA DE ENTREGAS DE PARTES IMPORTADAS (Staff).  
De igual forma se calculan los requerimientos de las partes de información, los cuales, se envían a la compañía matriz, la cual solicitará a sus proveedores dichas partes.
65. FABRICACION DE PARTES IMPORTADAS (Compras en el Extranjero).  
El departamento de Compras en el Extranjero será el responsable de asegurar que las partes que han sido solicitadas en el programa de entregas sean producidas por el respectivo proveedor.
66. EMBARQUE DE PARTES IMPORTADAS (Tráfico y Manejo de Material).  
Del embarque de dichas partes, de su origen a su destino que es la planta de ensamble es responsabilidad del departamento de tráfico.
67. RECIBO DE PARTES DE IMPORTACION PARA PRODUCCION (Control de Inventarios).  
El recibo de las partes de importación en la planta es responsabilidad de control de inventarios que a su vez reportará aquellas partes que no han sido recibidas y que conforme la fecha de lanzamiento se aproxima, dichas partes se vuelven críticas pues de no ser recibidas serán partes faltantes en la unidad.
68. FABRICACION DE PARTES NACIONALES (Compras Nacionales).  
Una vez colocada la orden de compra, el proveedor recibe mediante su programa de entregas las cantidades que deberá de entregar. El primer embarque deberá ser entregado a su debido tiempo, asegurar que esto suceda. Es función de compras nacionales.

69. EMBARQUE Y RECIBO DE PARTES NACIONALES (Tráfico).  
En el caso de proveedores nacionales distantes, el departamento de tráfico activará el embarque y asegura el arribo del material en la planta.
70. DEFINICION DE PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Mercadotecnia).  
Establecer las características de las unidades pilotos y de publicidad, depende de mercadotecnia y procesos conjuntamente. De la lista de opciones deciden cuales serán instaladas en dichas unidades, es definitivo que se tendrán que ensamblar las unidades equipadas con todo el equipo disponible.
71. ANALISIS PILOTOS Y UNIDADES PUBLICIDAD, (Ingeniería del Producto).  
Definidos los pilotos y unidades de publicidad, Ingeniería del Producto analiza si la instalación del equipo solicitado es válida y verificará la disponibilidad de la opción.
72. PREPARACION DEL SISTEMA PARA SOLICITAR PARTES PARA PILOTOS Y UNIDADES PUBLICIDAD (Sistemas de Programación).  
El programa mecanizado del cálculo del programa de entregas para los pilotos se irá preparando paralelamente en la definición de los mismos. Dicho programa solo calculará el material nacional y de importación necesario para la construcción de los pilotos.
73. ACTIVAR EL SISTEMA PARA SOLICITUD DE PARTES PARA PILOTOS Y UNIDADES PUBLICIDAD (Sistemas de Operación).  
Liberado el programa para el cálculo de la solicitud de partes el área de operación de sistemas lo activará y se tendrán las primeras corridas de prueba.
74. SOLICITUD DE PARTES DE IMPORTACION PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Staff).  
Aprobado el sistema mecanizado por Staff dichos requerimientos son entregados a la compañía matriz, la cual solicitará a sus proveedores dichas partes.

75. MANUFACTURA DE PARTES PARA PROTOTIPOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Análisis Técnico).

El aseguramiento de la manufactura de las partes para las unidades piloto y de publicidad, es controlado en el reporte "Control de Partes del Nuevo Modelo" el cual será actualizado con fechas promesa y reales que el departamento de análisis técnico ha recibido de los proveedores según el avance de manufactura de las partes.

76. EXPEDITACION DE PARTES DE IMPORTACION PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Compras en el Extranjero).

La expeditación para asegurar la existencia de las partes necesarias en la fecha de lanzamiento, es de primordial importancia, pues se tendrán que resolver una serie de problemas diversos, tales como retraso de proveedores, atrasos en tráfico, indisponibilidad de herramientas, etc. Por lo cual dicha actividad es asignada a un área de compras en el Extranjero.

77. EMBARQUE DE PARTES DE IMPORTACION PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Tráfico).

Los embarques de las partes que serán utilizadas en el ensamble de las unidades piloto son mucho menores en cantidad de piezas, por lo cual se requiere especial cuidado en su manejo en cuanto a pérdidas, para lo cual se rotulan y así identificar y diferenciarlos de los embarques de producción y darles prioridad en su tránsito.

78. RECIBO DE PARTES DE IMPORTACION PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Control de Inventarios).

Control de Inventarios podrá también controlar fácilmente el recibo de las partes para pilotos con la identificación rotulada previamente.

79. ANALISIS DEFINITIVO DE PARTES NACIONALES CON PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTOS Y DE PUBLICIDAD (Compras Nacionales).

Llegada una fecha dada, previa al lanzamiento se efectua por parte de compras nacionales un análisis de todas las partes nacionales, de las cuales no se tienen recibos aún, se procede a analizar la disponibilidad de la parte con el proveedor y si de común acuerdo la parte debiera ser substituida por otra de importación, el proveedor firmará una carta de anuencia para con ella poder obtener el permiso de importación.

80. SOLICITUD DE PARTES PROBLEMA PARA UNIDADES DE PUBLICIDAD (Compras).

Todas aquellas partes que los proveedores nacionales no han podido abastecer o aprobar a su debido tiempo se convierten en partes problema, las cuales deberán ser solicitadas a la compañía matriz.

81. MANUFACTURA DE PARTES PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTO Y PUBLICIDAD. (Compras en el Extranjero).

El activar la manufactura de dichas partes de exportación es responsabilidad de compras en el extranjero. En ocasiones se utilizan partes que son opcionales con las nacionales.

82. EXPEDITACION DE PARTES NACIONALES PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTO Y DE PUBLICIDAD (Compras nacionales).

Todas aquellas partes que los proveedores han prometido entregar sabiendo que el tiempo es restringido serán objeto de un seguimiento especial por parte de compras nacionales.

83. EMBARQUE DE PARTES NACIONALES PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTO Y PUBLICIDAD (Compras Nacionales).

El seguimiento de las partes tiene su fin, al ser efectuado el embarque por parte del proveedor de las mismas.

84. RECIBO DE PARTES NACIONALES PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTO Y PUBLICIDAD (Producción Planta).  
Al ser recibidas dichas partes problema serán ubicadas en su lugar respectivo en la línea de ensamble directamente, pues es justo el tiempo para ser ensambladas.
85. SOLICITUD DE PARTES SIN PROBLEMA PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Compras Nacionales).  
Después de efectuar el análisis para definir las partes sin problema en base a que ya han sido aprobadas las muestras por control de calidad, se procede a solicitar las partes a los proveedores en las cantidades indicadas por el programa de solicitud de materiales.
86. MANUFACTURA DE PARTES SIN PROBLEMA PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Compras Nacionales).  
Dadas las cantidades necesarias para el pilotaje, el proveedor realizará su corrida también de pre-producción.
87. EXPEDITACION DEL EMBARQUE DE PARTES SIN PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTOS Y MANUFACTURA (Compras Nacionales).  
La expeditación de dichos embarques es menos extensiva pero no menos importante, pues el embarque deberá ser efectuado con la anticipación programada por la red de actividades de lanzamiento.
88. RECIBO DE PARTES SIN PROBLEMA PARA UNIDADES PILOTO Y DE PUBLICIDAD (Producción Planta).  
El recibo de las partes sin problema es programado y los embarques previamente identificados y rotulados con el fin de hacer más fácil su ubicación y manejo en la línea de ensamble.

89. PREPARACION DEL SISTEMA DE PROGRAMACION A LINEA DE ENSAMBLE (Sistemas de Programación).

El sistema por medio del cual se programarán las unidades a la línea de ensamble requiere de una preparación para la inicialización de producción, se ponen los contadores y récords en ceros y se efectúan las modificaciones necesarias.

90. PRUEBA DEL SISTEMA (Sistemas de Operación).

Efectuadas las modificaciones necesarias se efectúan pruebas del sistema, para asegurar su funcionamiento pues será de gran importancia saber el material existente en planta, cantidad de unidades a producir, unidades producidas, en fin toda la información ligada a la producción real de la planta.

91. PROGRAMA A PRODUCCION PARA PILOTOS Y UNIDADES DE PUBLICIDAD (Control de Producción Planta).

Dada la aprobación al sistema se proceda a programar en firme la producción de las unidades piloto y de publicidad. Actividad que desarrolla control de producción planta, en base al programa de producción elaborado por el Staff.

92. PROGRAMA DE PRODUCCION A PLANTA (Staff).

El mismo programa de producción se envía a la planta al departamento de control de producción, en base al cual elaborará su programa diario de producción con la meta de cumplir el programa mensual recibido del Staff.

93. ELABORACION O PROYECTO DE INVERSION PLANTA (Planta).

Después de tener la emisión preliminar de partes para el nuevo modelo, análisis financiero elabora un proyecto de inversión de todo lo necesario, tales como herramientas nuevos, modificaciones a la línea de ensamble, adiestramiento de personal, etc.

94. APROBACION DEL PROYECTO DE INVERSION PLANTA (Finanzas).

La aprobación de dicho proyecto es por cuenta de la dirección de finanzas, la cual tendrá que consultar con la dirección general.

95. OBTENCION DE INFORMACION DEL PROCESO EN PLANTA (Ingeniería Industrial).

El departamento de Ingeniería Industrial obtendrá la información necesaria para elaborar las hojas de proceso, las cuales tendrán dos fines principales: Diseño de Herramental necesario en el ensamble y disposición de la línea de ensamble.

96. SOLICITUD DEL PERMISO DE IMPORTACION DE PARTES TRY-OUT DE PLANTA (Relaciones Gubernamentales).

Con la información del proceso que Ingeniería Industrial recopila, el departamento de procesos solicitará las partes de Try-Out necesarias para efectuar las pruebas pertinentes al herramental nuevo desarrollado. Dicha solicitud se turna a Relaciones Gubernamentales para tramitar el permiso de importación.

97. ORDEN DE PARTES TRY-OUT PLANTA (Compras en el Extranjero).

Con la aprobación del permiso de importación, se procede a ordenar dichas partes a la compañía matriz.

98. OBTENCION DE PARTES TRY-OUT PLANTA (Compras en el Extranjero).

El departamento de compras en el extranjero hará los arreglos necesarios con la compañía matriz, para la obtención oportuna de las partes de práctica o prueba.

99. OBTENCION DEL PERMISO DE IMPORTACION DE PARTES TRY-OUT (Relaciones Gubernamentales).

Hecha la solicitud de importación, Relaciones Gubernamentales también activará la obtención de la aprobación a dicha solicitud.

100. RECIBO DE PARTES DE TRY-OUT EN PLANTA (Producción Planta).  
Al ser reportado el recibo de las partes de Try-Out por recibos el departamento de procesos iniciará las pruebas, para lo cual fueron requeridas.
  
101. SOLICITUD DE PERMISO DE IMPORTACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Relaciones Gubernamentales).  
De la información proporcionada por Ingeniería Industrial del proceso, Ingeniería de Procesos requerirá de equipo y herramientas de importación para lo cual se requiere una solicitud de importación.
  
102. OBTENCION DEL PERMISO DE IMPORTACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Relaciones Gubernamentales).  
La obtención de dicho permiso es responsabilidad de Relaciones Gubernamentales y al igual que la obtención de los demás permisos, requerirá de ser activada su obtención.
  
103. PRIMERAS REQUISICIONES DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS (Procesos).  
De todas aquellas herramientas y equipo disponibles de origen nacional, Ingeniería de Procesos emite requisiciones en donde se indicará el volumen que requerirá para la producción anual.
  
104. PRIMERAS COTIZACIONES DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Recibidas las requisiciones por compras, procede a colocar las solicitudes de cotizaciones para ser seleccionadas.
  
105. PRIMERAS COLOCADAS DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Seleccionadas las cotizaciones, se colocan las órdenes de compra a los proveedores que ofrezcan el equipo y herramienta requerida.

106. OBTENCION DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Colocada la orden de compra, se hará el seguimiento necesario para obtener el equipo y herramienta.
107. ULTIMAS REQUISICIONES DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Procesos).  
Debido a la actualización de la información de procesos, Ingeniería de Procesos emite las últimas requisiciones del equipo y herramienta necesarios en el ensamble.
108. ULTIMAS COTIZACIONES DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Dadas las últimas requisiciones por procesos, compras solicita cotizaciones a probables proveedores.
109. ULTIMAS COLOCACIONES DE ORDEN DE COMPRA DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Se colocan las últimas órdenes de compras al proveedor seleccionado.
110. OBTENCION COMPLETA DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Compras).  
Tanto el equipo y herramienta nacional como el importado, deben de ser ya obtenidos.
111. RECIBO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA (Producción Planta).  
Producción planta recibirá el equipo y herramienta necesarios en el proceso de ensamble.
112. PRUEBAS DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PROCESO EN PLANTA (Ingeniería de Procesos).  
Al ser recibidos los equipos y herramientas Ingeniería de Procesos realizará las pruebas, instalación y adiestramiento necesarios.
113. AJUSTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (Ingeniería de Procesos).  
Los ajustes necesarios a los equipos y herramientas, se realizan en base a las pruebas efectuadas.

114. ENSAMBLE DE PILOTOS (Producción Planta).

Una vez recibidos los materiales de importación, los nacionales solicitados en base a un programa de producción y teniendo ya instaladas y ajustadas las herramientas y el equipo se inicia el ensamble de las unidades piloto.

El fin de primero ensamblar las unidades piloto, es probar herramental, adiestrar el personal obrero y realizar las primeras mediciones de tiempos y movimientos, las pruebas de ensamble, acabado y apariencia.

115. INVENTARIO ANUAL (Control de Inventarios).

Se fija una fecha en la que se hacen recuentos físicos del material existente en planta y se cargan al sistema estas cantidades, con el fin de tener actualizado el mismo al momento de iniciar la producción.

116. QUINTO PERIODO DE ACTUALIZACION DE "CONTROL DE PARTES DE NUEVO MODELO" (Planeación y Lanzamiento).

Con los datos obtenidos de la construcción de los primeros pilotos se actualiza el archivo del reporte (Control de Partes del Nuevo Modelo), para tener la historia completa de todas y cada una de las partes, desde su emisión, requisición, solicitud de cotización, colocación de orden de compra, manufactura, fabricación de herramental y embarque.

117. INICIO DE PRODUCCION (Producción Planta).

Al momento de tener aprobados los pilotos y efectuadas las modificaciones necesarias a la línea de ensamble y tener cargado el inventario en el sistema, se inicia la producción en carrocerías.

118. ENSAMBLE DE UNIDADES DE PUBLICIDAD (Producción Planta).  
Iniciada la producción se da prioridad en el ensamble a las unidades de publicidad, pues se requieren un poco antes que las unidades de lanzamiento para efectuar las tomas y fotografías de publicidad.
119. PREPARACION DE UNIDADES DE PUBLICIDAD (Publicidad).  
Se les dan los últimos toques a las unidades de publicidad se asegura el funcionamiento completo de la unidad, se pule la pintura, etc.
120. FILMACION DE LAS UNIDADES DE PUBLICIDAD (Publicidad).  
Preparadas las unidades, se filman en lugares acordes al estilo de la unidad se toman fotografías para los folletos, mientras tanto las unidades se van terminando de producir, se distribuyen a los concesionarios para que en la fecha de lanzamiento todos expongan la unidad.
121. PRESENTACION AL PUBLICO (Comercialización).  
El objetivo de todas las anteriores actividades, se verá bien logrado si la presentación de la unidad se efectua en la fecha prevista.

### 3\* Planteamiento del Problema.

El planteamiento del problema lo haremos a través de una red, que nos mostrará tanto la duración de las actividades, como la interrelación existente entre éstas. En la figura 3.1 está dibujada la red mencionada, la cual representa un modelo. Una vez planteado el problema en forma de red, podemos aplicar las técnicas de Programación Lineal para el problema planteado, estas técnicas son el Método de Ruta Crítica y el Método Simplex, que son los puntos 4\*a) y 4\*b) de este capítulo respectivamente.

En la actualidad la mayoría de las compañías automotrices, para sus lanzamientos de nuevos modelos no utilizan las técnicas de Programación Lineal, sus lanzamientos los hacen en base a su experiencia, sin embargo, si estas empresas utilizaran las técnicas de Programación Lineal, podrían optimizar y tener un mejor control en sus lanzamientos de nuevos modelos de automóviles.

Se hace notar que la secuencia y duración de las actividades de la red no son todas ni las mismas en cada empresa automotriz, sin embargo la red que se muestra en la figura 3.1 nos muestra los pasos fundamentales que se siguen en cualquier compañía automotriz.

### 4\* Solución del Problema.

- a) Aplicación del Método de Ruta Crítica al lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil.

El problema planteado en el punto 3\* de este capítulo se resolverá utilizando el Método de Ruta Crítica, para ello a continuación se dará una explicación del citado método y posteriormente se aplicará al problema que se tiene. Las técnicas de redes fueron desarrolladas a fines de la década de los 50's, el uso de las técnicas de optimización para resolver redes han tenido importancia entre otras aplicaciones, en la planeación y control de proyectos de investigación y desarrollo.

El éxito que se tenga en grandes proyectos, requiere de una planeación cuidadosa, de un itinerario y de una coordinación de las actividades interrelacionadas.

Los procedimientos más importantes para resolver redes han sido PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method). Entre estas dos técnicas existen mínimas diferencias. La aplicación del Método de Ruta Crítica nos permite determinar principalmente:

- Secuencia de las actividades
- Tiempo de terminación de cada actividad y de todo el proyecto
- Determinación de las actividades críticas, que deben ser terminadas a tiempo, de otro modo el proyecto se retrasará
- La asignación óptima de recursos

La red se formará con nodos, representados por círculos y unidos por segmentos dirigidos. Los nodos representarán actividades y eventos, los segmentos dirigidos la relación entre los eventos y las actividades.

La relación entre eventos y actividades es como sigue:

- Una actividad o evento puede realizarse tanto en paralelo como en forma secuencial con otra actividad
- Toda actividad o evento, exceptuando el primero, está precedido por una o varias actividades.
- Toda actividad o evento, exceptuando el último, precede a una o varias actividades.

Para construir la gráfica de actividades es necesario listar éstas, indicando su relación con otras actividades y el tiempo que toma ejecutarlas.

Para la obtención de la Ruta Crítica se procede de la siguiente manera:

Una vez indicada la duración de todas las actividades, se procede a recorrer hacia adelante del nodo inicial al nodo final. Durante esta fase se determina el tiempo más próximo de iniciación de una actividad, ésto es lo más pronto que puede iniciarse una actividad. Cuando existen dos o más actividades o eventos que fluyan en un evento el tiempo más próximo de iniciación es igual al tiempo más próximo de terminación máximo de las actividades que lo procedan.

Procediendo en forma similar para el resto de los nodos o actividades se obtienen todos los tiempos más próximos.

Una vez recorrida la red del nodo inicial al nodo final se procede de manera inversa, es decir del nodo final al nodo inicial se recorrer calculando ahora el tiempo más tardío para cada una de las actividades o eventos.

El tiempo más tardío es el tiempo más lejano en el que puede terminarse una actividad sin retrasar el proyecto. Tomando como tiempo más tardío el tiempo más próximo del último evento.

Cuando en un evento o actividad haya que escoger entre dos o más tiempos tardíos, se escogerá el tiempo mínimo más tardío. De esta manera se continua hasta recorrer la gráfica completa de la red.

Una vez determinados los tiempos más próximos y los tiempos más tardíos se puede determinar la ruta crítica, formada por aquellas actividades cuyo tiempo más próximo y más tardío sean iguales.

El resto de las actividades que no son críticas tienen holgura, esta holgura que recibe el nombre de holgura total, es la diferencia entre los tiempos más próximos y los tiempos más tardíos.

Ahora que se ha revisado la metodología de la Ruta Crítica, la aplicaremos al proyecto de lanzamiento a producción de un nuevo modelo de automovil, el proyecto corresponde al lanzamiento del modelo 1980, por lo tanto el proyecto se habrá iniciado a principios de 1978, para ser exactos supondremos apegándonos a la realidad que el proyecto se inicia el 17 de febrero de 1978. Para resolver el problema se utilizó el programa RUTA\*A\* Ver apéndice A , este programa se encuentra grabado en disco dentro del Sistema IBM-1130 de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

El mencionado programa se alimentó con los datos sustraídos del modelo (Red) de la figura 3.1, el programa RUTA\*A\* lista:

- Calendario de actividades (días hábiles, para este proyecto los días hábiles son los de los años 1978 y 1979)
- Análisis de los datos (marca el número de las actividades que inician y terminan la red, así como el listado de todas las actividades del proyecto, cada una con su correspondiente actividad o actividades precedentes).
- Ruta Crítica (las actividades críticas tienen un doble asterisco en la parte derecha del listado; el resto de las actividades están listadas con su correspondiente tiempo más próximo, tiempo más tardío y holguras, despues de las actividades anteriores, viene la duración calculada del proyecto y la fecha de terminación del mismo).
- Diagrama de Barras (en este diagrama se encuentra en la parte superior una escala, que esta en meses, en el diagrama de barras, primeramente se encuentran las actividades críticas, después las demás actividades vienen ordenadas según la holgura de cada actividad de menor a mayor holgura).

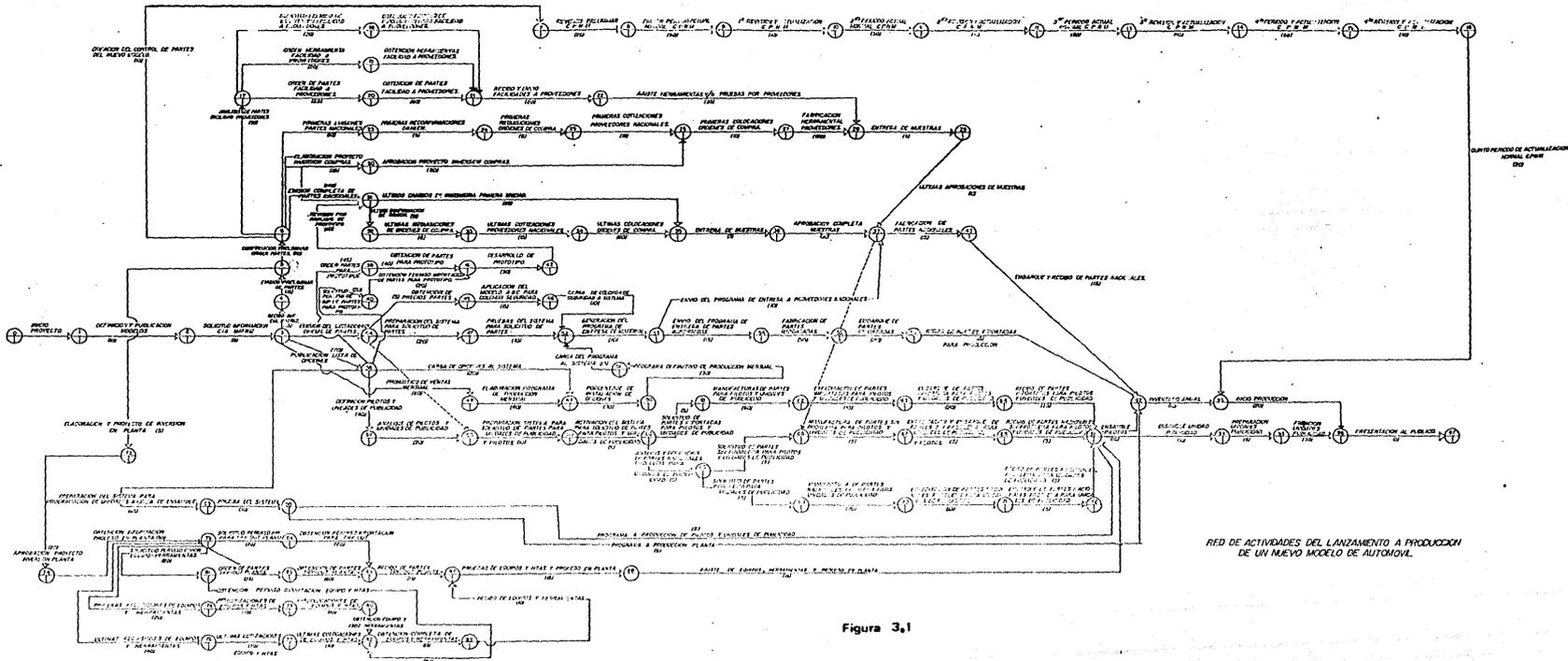


Figura 3.1

- Dibujo Red de Actividades (en esta red vienen incluidas todas las actividades, la ruta crítica está marcada con una línea más gruesa).

NOTA: Antes del nombre de cada actividad hay dos letras, estas letras nos indican el departamento que lleva a cabo dicha actividad, - ver organigrama fig. 2.1.

En seguida se muestran los listados con los resultados obtenidos, por medio del programa RUTA \*A\*.

DIAS HABILES DE 1978

LU/ 1/EN	MA/ 3/EN	PI/ 4/EN	JU/ 5/EN	VI/ 6/EN	LU/ 9/EN	MA/10/EN	PI/11/EN	JU/12/EN
VI/13/JN	LU/16/EN	MA/17/EN	MI/18/EN	JU/19/EN	VI/20/EN	LU/23/EN	MA/24/EN	PI/25/EN
JU/15/EN	VI/27/EN	LU/30/EN	MA/31/EN	PI/ 1/FE	JU/ 2/FE	VI/ 3/FE	LU/ 6/FE	MA/ 7/FE
PI/ 6/FE	JU/ 9/FE	VI/10/FE	LU/13/FE	MA/14/FE	PI/15/FE	JU/16/FE	VI/17/FE	LU/20/FE
MA/21/FE	PI/22/FE	JU/23/FE	VI/24/FE	LU/27/FE	MA/28/FE	PI/ 1/MR	JU/ 2/MR	VI/ 3/MR
LU/ 6/MR	MA/ 7/MR	PI/ 8/MR	JU/ 9/MR	VI/10/MR	LU/13/MR	MA/14/MR	PI/15/MR	JU/16/MR
VI/17/MR	LU/20/MR	PI/22/MR	LU/27/MR	MA/28/MR	PI/29/MR	JU/30/MR	VI/31/MR	LU/ 3/AB
MA/ 4/AB	PI/ 5/AB	JU/ 6/AB	VI/ 7/AB	LU/10/AB	MA/11/AB	PI/12/AB	JU/13/AB	VI/14/AB
LU/17/AB	MA/18/AB	PI/19/AB	JU/20/AB	VI/21/AB	LU/24/AB	MA/25/AB	PI/26/AB	JU/27/AB
VI/23/AB	MA/ 2/MY	PI/ 3/MY	JU/ 4/MY	LU/ 8/MY	MA/ 9/MY	PI/10/MY	JU/11/MY	VI/12/MY
LU/15/MY	MA/16/MY	PI/17/MY	JU/18/MY	VI/19/MY	LU/22/MY	MA/23/MY	PI/24/MY	JU/25/MY
VI/26/MY	LU/29/MY	MA/30/MY	PI/31/MY	JU/ 1/JN	VI/ 2/JN	LU/ 5/JN	MA/ 6/JN	PI/ 7/JN
JU/ 8/JN	VI/ 9/JN	LU/12/JN	MA/13/JN	PI/14/JN	JU/15/JN	VI/16/JN	LU/19/JN	MA/20/JN
PI/21/JN	JU/22/JN	VI/23/JN	LU/26/JN	MA/27/JN	PI/28/JN	JU/29/JN	VI/30/JN	LU/ 3/JL
MA/ 4/JL	PI/ 5/JL	JU/ 6/JL	VI/ 7/JL	LU/10/JL	MA/11/JL	PI/12/JL	JU/13/JL	VI/14/JL
LU/17/JL	MA/18/JL	PI/19/JL	JU/20/JL	VI/21/JL	LU/24/JL	MA/25/JL	PI/26/JL	JU/27/JL
VI/28/JL	LU/31/JL	MA/ 1/AG	PI/ 2/AG	JU/ 3/AG	VI/ 4/AG	LU/ 7/AG	MA/ 8/AG	PI/ 9/AG
JU/10/AG	VI/11/AG	LU/14/AG	MA/15/AG	PI/16/AG	JU/17/AG	VI/18/AG	LU/21/AG	MA/22/AG
PI/23/AG	JU/24/AG	VI/25/AG	LU/28/AG	MA/29/AG	PI/30/AG	JU/31/AG	VI/ 1/SE	LU/ 4/SE
MA/ 2/SE	PI/ 6/SE	JU/ 7/SE	VI/ 8/SE	LU/11/SE	MA/12/SE	PI/13/SE	JU/14/SE	VI/15/SE
LU/16/SE	MA/19/SE	PI/20/SE	JU/21/SE	VI/22/SE	LU/25/SE	MA/26/SE	PI/27/SE	JU/28/SE
VI/29/SE	LU/ 2/GC	MA/ 3/GC	PI/ 4/GC	JU/ 5/GC	VI/ 6/GC	LU/ 9/GC	MA/10/GC	PI/11/GC
JU/12/GC	VI/13/GC	LU/16/GC	MA/17/GC	PI/18/GC	JU/19/GC	VI/20/GC	LU/23/GC	MA/24/GC
PI/25/GC	JU/26/GC	VI/27/GC	LU/30/GC	MA/31/GC	PI/ 1/NG	VI/ 3/NG	LU/ 6/NG	MA/ 7/NG
PI/ 8/NG	JU/ 9/NG	VI/10/NG	LU/13/NG	MA/14/NG	PI/15/NG	JU/16/NG	VI/17/NG	MA/21/NG
PI/22/NG	JU/23/NG	VI/24/NG	LU/27/NG	MA/28/NG	PI/29/NG	JU/30/NG	VI/ 1/DI	LU/ 4/DI

PROGRAMA RUTA \*A\* DISENADO POR ING ENRIQUE LOPEZ PATINO INSTRUCTIVO RUTA \*A\* FECHC PCR A.G. FLGRES F. Y A. NCVA C.

CIAS HABILES DE 1978

MA/ 5/DI	MI/ 6/DI	JU/ 7/DI	VI/ 8/DI	LL/11/DI	MI/13/DI	JU/14/DI	VI/15/DI	LL/18/DI
MA/19/DI	MI/20/DI	JU/21/DI	VI/22/DI	MA/26/DI	MI/27/DI	JU/28/DI	VI/29/DI	MA/ 2/EN

CIAS HABILIS DE 1979

MA/ 2/EN	MI/ 3/EN	JU/ 4/EN	VI/ 5/EN	LL/ 8/EN	MA/ 9/EN	MI/10/EN	JU/11/EN	VI/12/EN
LU/15/EN	MA/16/EN	MI/17/EN	JU/18/EN	VI/19/EN	LU/22/EN	MA/23/EN	MI/24/EN	JU/25/EN
VI/26/EN	LU/29/EN	MA/30/EN	MI/31/EN	JU/ 1/FE	VI/ 2/FE	MA/ 6/FE	MI/ 7/FE	JU/ 8/FE
VI/ 9/FE	LU/12/FE	MA/13/FE	MI/14/FE	JU/15/FE	VI/16/FE	LU/19/FE	MA/20/FE	MI/21/FE
JU/22/FE	VI/23/FE	LU/26/FE	MA/27/FE	MI/28/FE	JU/ 1/MR	VI/ 2/MR	LU/ 5/MR	MA/ 6/MR
MI/ 7/MR	JU/ 8/MR	VI/ 9/MR	LL/12/MR	MA/13/MR	MI/14/MR	JU/15/MR	VI/16/MR	LL/19/MR
MA/20/MR	JU/22/MR	VI/23/MR	LL/26/MR	MA/27/MR	MI/28/MR	JU/29/MR	VI/30/MR	LU/ 2/AB
MA/ 3/AB	MI/ 4/AB	JU/ 5/AB	VI/ 6/AB	LL/ 9/AB	MA/10/AB	MI/11/AB	LU/16/AB	MA/17/AB
MI/18/AB	JU/19/AB	VI/20/AB	LL/23/AB	MA/24/AB	MI/25/AB	JU/26/AB	VI/27/AB	LL/30/AB
MI/ 2/MY	JU/ 3/MY	VI/ 4/MY	LL/ 7/MY	MA/ 8/MY	MI/ 9/MY	JU/10/MY	VI/11/MY	LL/14/MY
MA/15/MY	MI/16/MY	JU/17/MY	VI/18/MY	LL/21/MY	MA/22/MY	MI/23/MY	JU/24/MY	VI/25/MY
LL/28/MY	MA/29/MY	MI/30/MY	JU/31/MY	VI/ 1/JN	LU/ 4/JN	MA/ 5/JN	MI/ 6/JN	JU/ 7/JN
VI/ 8/JN	LU/11/JN	MA/12/JN	MI/13/JN	JU/14/JN	VI/15/JN	LU/18/JN	MA/19/JN	MI/20/JN
JU/21/JN	VI/22/JN	LU/25/JN	MA/26/JN	MI/27/JN	JU/28/JN	VI/29/JN	LU/ 2/JL	MA/ 3/JL
MI/ 4/JL	JU/ 5/JL	VI/ 6/JL	LU/ 9/JL	MA/10/JL	MI/11/JL	JU/12/JL	VI/13/JL	LL/16/JL
MA/17/JL	MI/18/JL	JU/19/JL	VI/20/JL	LL/23/JL	MA/24/JL	MI/25/JL	JU/26/JL	VI/27/JL
LU/30/JL	MA/31/JL	MI/ 1/AG	JU/ 2/AG	VI/ 3/AG	LU/ 6/AG	MA/ 7/AG	MI/ 8/AG	JU/ 9/AG
VI/10/AG	LU/13/AG	MA/14/AG	MI/15/AG	JU/16/AG	VI/17/AG	LU/20/AG	MA/21/AG	MI/22/AG
JU/23/AG	VI/24/AG	LU/27/AG	MA/28/AG	MI/29/AG	JU/30/AG	VI/31/AG	LU/ 3/SE	MA/ 4/SE
MI/ 5/SE	JU/ 6/SE	VI/ 7/SE	LL/10/SE	MA/11/SE	MI/12/SE	JU/13/SE	VI/14/SE	LU/17/SE
MA/14/SE	MI/19/SE	JU/20/SE	VI/21/SE	LL/24/SE	MA/25/SE	MI/26/SE	JU/27/SE	VI/28/SE
LU/ 1/CC	MA/ 2/CC	MI/ 3/CC	JU/ 4/CC	VI/ 5/CC	LU/ 8/CC	MA/ 9/CC	MI/10/CC	JU/11/CC
VI/12/CC	LU/15/CC	MA/16/CC	MI/17/CC	JU/18/CC	VI/19/CC	LU/22/CC	MA/23/CC	MI/24/CC
JU/25/CC	VI/26/CC	LL/29/CC	MA/30/CC	MI/31/CC	JU/ 1/NC	LU/ 5/NC	MA/ 6/NC	MI/ 7/NC
JU/ 8/NO	VI/ 9/NO	LU/12/NO	MA/13/NO	MI/14/NO	JU/15/NO	VI/16/NO	LU/19/NO	MI/21/NO
JU/22/NO	VI/23/NO	LU/26/NO	MA/27/NO	MI/28/NO	JU/29/NO	VI/30/NO	LU/ 3/DI	MA/ 4/DI

PROGRAMA RUTA \*\* DISEÑADO POR ING ENRIQUE LOPEZ PATINO INSTRUCTIVO RUTA \*\* HECHO POR A.G. FLORES F. Y A. NOVA C.

DIAS HABILDES DE 1979

MI/ 5/DI	JU/ 6/DI	VI/ 7/DI	LU/10/DI	MA/11/DI	JU/13/DI	VI/14/DI	LU/17/DI	MA/18/DI
MI/19/DI	JU/20/DI	VI/21/DI	LU/24/DI	MI/26/DI	JU/27/DI	VI/28/DI	LU/31/DI	MI/ 2/EN

ANALISIS DE LOS DATOS

TESIS PROFESIONAL IPE (II)

LANZAMIENTO DE UN NUEVO MODELO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

LAS SIGUIENTES SON ACTIVIDADES INICIALES

1

LAS SIGUIENTES SON ACTIVIDADES FINALES

121

( 1 )	10	IN DEFINICION Y	PUBLICACION MODELOS	0	C 1
( 2 )	5	IN SOLICITUD INFORMACION	CON COMPANIA PATRIZ	1	C 2
( 3 )	35	IN RECIBO INFORMACION	CON COMPANIA PATRIZ	2	C 3
( 4 )	15	IN EMISION PRELIMINAR	DE PARTES	3	C 4
( 5 )	10	AD CONFIRMACION PRELIMINAR	ORIGEN PARTES	4	C 5
( 6 )	10	MA CREACION CONTROL	PARTES ALEVY MODELO	5	C 6
( 7 )	25	MA REVISION PRELIMINAR	CON CPN	6	C 7
( 8 )	50	MA PRIMER PERIODO	ACTUAL NORMAL CPN	7	C 8
( 9 )	10	MA PRIMERA REVISION Y	ACTUALIZACION CPN	8	C 9
( 10 )	50	MA SEGUNDO PERIODO	ACTUAL NORMAL CPN	9	C 10
( 11 )	10	MA SEGUNDA REVISION	CPN Y ACTUALIZACION	10	C 11
( 12 )	50	MA TERCER PERIODO	ACTUAL NORMAL CPN	11	C 12
( 13 )	10	MA TERCERA REVISION	CPN Y ACTUALIZACION	12	C 13
( 14 )	50	MA CUARTO PERIODO	CPN Y ACTUALIZACION	13	C 14
( 15 )	10	MA CUARTA REVISION	CPN Y ACTUALIZACION	14	C 15
( 16 )	50	AD ANALISIS PARTES	FACILIDAD PROVEDORES	5	C 6
( 17 )	20	RG SOLICITUD PERMISO	IMPORTACION FACIL PROVEDORES	16	C 7
( 18 )	20	RG OBTENCION PERMISO	IMPORTACION FACIL PROVEDORES	17	C 8
( 19 )	20	AD ORDEN FERRAMENTAS	FACIL PROVEEDORES	16	C 7
( 20 )	60	AD OBTENCION FERRAMENTAS	FACIL PROVEDORES	15	C 8
( 21 )	25	AD ORDEN DE PARTES	FACIL PROVEEDORES	16	C 7
( 22 )	20	MA RECIBO Y ENVIO	FACIL PROVEEDORES	16	20 57 C 9

( 23)	35	AD AJUSTE FERRAMTAS	Y/C PRLEBAS FREVEDRES	22		C 10
( 24)	10	IN PRIMERAS EMISIO	NES PARTES NALES	6		C 7
( 25)	5	AD PRIMERAS RECONFIR	MACIONES CRIGEN	24		C 8
( 26)	5	MA PRIMERAS RECLISI	CIONES CRONS COMPRA	25		C 9
( 27)	15	AD PRIMERAS COTIZA	CIONES FREVEDRES NALES	26		C 10
( 28)	10	AD PRIMERAS COLECC	CIONES CRONS COMPRA	27	30	C 11
( 29)	15	AD ELABORACION PROYCT	INVERSICA COMPRAS	5		C 6
( 30)	20	CC APROBACION PROYCT	INVERSICA COMPRAS	25		C 7
( 31)	150	AD FABRICACION FERRA	MENTAL PROVEEDORES	28		C 12
( 32)	5	IN ENTREGA DE	MLESTRAS	23	31	C 13
( 33)	10	IN ULTIMAS APROBA	CIONES DE MLESTRAS	32		C 14
( 34)	140	IN EMISION COMPLETA	DE PARTES NACIONALES	5		C 6
( 35)	5	AD ULTIMA CONFIRMA	CION DE CRIGEN	34	48	C 8
( 36)	5	MA ULTIMAS RECLISI	CIONES CRONS COMPRA	35		C 9
( 37)	15	AD ULTIMAS COTIZA	CIONES FREVEDRES NALES	36		C 10
( 38)	60	AD ULTIMAS COLECC	CIONES CRONS COMPRA	37		C 11
( 39)	55	IN ULTIMOS CAMBIOS	ING PRIPERA UNIDAD	34	48	C 8
( 40)	5	IN ENTREGA MLESTRAS		38	39	C 12
( 41)	30	IN APROBACION	COMPLETA DE MLESTRAS	40		C 13
( 42)	70	IN PUBLICACION DE	LISTA DE CECIONES	2		C 3
( 43)	45	MA ORDEN DE PARTES	PARA PROTOTIPOS	42		C 4
( 44)	40	AD OBTENCION DE PAR	TES PARA PROTOTIPOS	43		C 5
( 45)	20	RG SOLICIT PER IMPCR	PARTES PROTOTIPOS	42		C 4
( 46)	20	RG OBTICION PER IMPCR	PARTES PROTOTIPOS	45		C 5
( 47)	30	IN DESARROLLO DE	PROTOTIPOS	44	46	C 6
( 48)	10	IN REVISION POR ARA	LISIS DE PROTOTIPOS	47		C 7
( 49)	140	IN EMISION DEL LIST	OFICIAL DE PARTES	2		C 3
( 50)	5	AD OBTENCION DE PRE	CIOS DE LAS PARTES	45		C 4
( 51)	15	MA APLICACION DEL PG	DEL ABC COLCH SEG	50		C 5
( 52)	10	SI CARGA COLCH DE	SEGURIDAD AL SISTEPA	51		C 6
( 53)	20	SI PREPARACION SIST	SOLICITUD DE PARTES	45		C 4
( 54)	10	SI PRLEBA DEL SIST	PARA SOLICITUD PARTS	53		C 5



( 86)	5	AD MANLF PART S/PRCB PARA FILTCS L/PUBLI	33	41	63	85		C 15
( 87)	5	AD EXP EMB PART SIN PRCB FILTCS L/PUBLI	86					C 16
( 88)	5	MA RECBO PART SIN PRCB FILTCS L/PUBLI	87					C 17
( 89)	115	SI PREP SIST PRCG L LINEA DE ENSAMBLE	42					C 4
( 90)	30	SI PRLEBA DEL SISTEMA	89					C 5
( 91)	5	MA PRCG A PRCG PARA FILTCS Y L/FLBLICI	90					C 6
( 92)	5	MA PROGRAMA A PRCLCCION FLANTA	90					C 6
( 93)	5	CC ELAB DEL PROYECTO INVERCION FLANTA	4					C 5
( 94)	20	CC APRCB PROYECTO INVERCION FLANTA	93					C 2
( 95)	50	MA OBTENCION INFORMA CION PROCECO FLANTA	94					C 7
( 96)	20	RG SOLICITUD PERMISO IMPORT TRY-OUT PLANT	95					C 8
( 97)	25	AD CREEN DE PARTES TRY-OUT PLANTA	95					C 8
( 98)	60	AD OBTENCION PARTES TRY-OUT PLANTA	97					C 9
( 99)	20	RG OBTENCION PERMISO IMPOR TRY-OUT FLANT	96					C 9
(100)	15	MA RECIBO DE PARTES TRY-OUT PLANTA	98	59				C 10
(101)	20	RG SOLC PERM IMPORT EQUIPO Y HERRAMIENTA	95					C 8
(102)	20	RG OBTEN PERM IMPORT EQUIPO Y HERRAMIENTA	101					C 9
(103)	20	MA PRIMERAS RECLISI EQUIPO Y HERRAMIENTA	95					C 8
(104)	10	AD PRIMERAS COTIZACION EQUIPO Y HERRAMIENTA	103					C 9
(105)	10	AD PRIMERAS COLECCION EQUIPO Y HERRAMIENTA	104					C 10
(106)	30	AD OBTENCION DE EQUIPO Y HERRAMIENTA	105					C 11
(107)	40	MA ULTIMAS RECLISACION EQUIPO Y HERRAMIENTA	95					C 8
(108)	20	AD ULTIMAS COTIZACION EQUIPO Y HERRAMIENTA	107					C 9
(109)	10	AD ULTIMAS COLECCION EQUIPO Y HERRAMIENTA	108					C 10
(110)	15	AD OBTENCION COMPLET EQUIPO Y HERRAMIENTA	102	106	109			C 12
(111)	10	MA RECIBO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA	110					C 13
(112)	15	MA PRLEBAS DE EQUIPO HERRAMIENTAS PRCC FLANTA	100	111				C 14
(113)	15	MA AJUSTE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PRCC FLANTA	112					C 15
(114)	15	MA ENSAMBLE DE FILTCS	78	84	88	91	113	C 18
(115)	10	MA INVENTARIO ANUAL	67	69	92	114		C 19
(116)	20	MA CUANTO PERIODO DE ACTUALIZACION NORMAL CPMP	15					C 16
(117)	20	MA INICIO DE PRCLCCION	115	116				C 20

(118)	10	MA ENSAMBLE UNIDADES DE PUBLICIDAD	78 84 88 91 112	C 18
(119)	5	CM PREPARACION DE UNIDADES PUBLICIDAD	116	C 19
(120)	30	CM FILMACION DE UNIDADES PUBLICIDAD	115	C 20
(121)	5	CM PRESENTACION AL PUBLICO	117 120	C 21

REPORTE POR EL MARGEN TOTAL

TESIS PROFESIONAL IPE (II)

LANZAMIENTO DE UN ALEVOC MOCELCO EN LA INDUSTRIA ALUMINICIA

NCCC	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MAS PROXIMO		MAS LEJANO		MARGEN TCT LIB INC
			COMIENZO	TERMINACION	COMIENZO	TERMINACION	
1	10	IN DEFINICION Y PUBLICACION MOCELCO	VI/17/FE	JU/ 2/ME			**
2	5	IN SOLICITUD INFORMACION COMPANIA MATRIZ	VI/ 3/ME	JU/ 9/ME			**
3	35	IN RECIBO INFORMACION COMPANIA MATRIZ	VI/10/ME	MI/ 3/ME			**
4	15	IN EMISION PRELIMINAR DE PARTES	JU/ 4/ME	JU/25/ME			**
5	10	AC CONFIRMACION PRELIMINAR CRIGEN PARTS	VI/26/ME	JU/ 8/JA			**
34	140	IN EMISION COMPLETA DE PARTES NACIONALES	VI/ 9/JA	MI/27/CI			**
35	5	AC ULTIMA CONFIRMACION DE CRIGEN	JU/28/CI	JU/ 4/EA			**
36	5	MA ULTIMAS REQUISITOS CRIGENES COMPRA	VI/ 5/EA	JU/11/EA			**
37	15	AC ULTIMAS COTIZACIONES PROVEDORES NALES	VI/12/EA	JU/ 1/FE			**
38	60	AC ULTIMAS COTIZACIONES CRIGENES COMPRA	VI/ 2/FE	JU/ 3/ME			**
40	5	IN ENTREGA MUESTRAS	VI/ 4/ME	JU/10/ME			**
41	30	IN APROBACION COMPLETA DE MUESTRAS	VI/11/ME	JU/21/JA			**
48	15	AC FABRICACION DE PARTES NACIONALES	VI/22/JA	JU/12/JL			**
49	5	AC MANUF PARTS/PROCESO PARA FILTROS L/PLBLI	VI/22/JA	JU/28/JA			**
47	5	AC EXP EMP PARTS/PROCESO FILTROS L/PLBLI	VI/29/JA	JU/ 5/JL			**
48	5	MA RECIBO PARTS/PROCESO FILTROS L/PLBLI	VI/ 6/JL	JU/12/JL			**
49	15	MA EMPAQUE Y RECIBO DE PARTES NACIONALES	VI/13/JL	JU/ 2/AG			**
114	15	MA ENSAMBLE DE FILTROS	VI/13/JL	JU/ 2/AG			**
116	10	MA ENSAMBLE UNIDADES DE PUBLICIDAD	VI/13/JL	JU/26/JL			**
119	5	CM PREPARACION DE UNIDADES PUBLICIDAD	VI/27/JL	JU/ 2/AG			**
115	10	MA INVENTARIO ANUAL	VI/ 3/AG	JU/16/AG			**
120	30	CM FILMACION DE UNIDADES PUBLICIDAD	VI/ 3/AG	JU/13/SE			**
117	30	MA INICIO DE PRODUCCION	VI/17/AG	JU/13/SE			**
121	5	CM PRESENTACION AL PUBLICO	VI/14/SE	JU/20/SE			**

REPORTE POR EL MARGEN TOTAL

TESIS PROFESIONAL IME (I)

LANZAMIENTO DE LA ALEVO MODELO EN LA INDUSTRIA ALUMINIZ

NODO	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MAS PROXIMO		MAS LEJANO		MARGEN		
			COMIENZO	TERMINACION	COMIENZO	TERMINACION	TCT	LIE	INC
42	70	IN PUBLICACION DE LISTA DE OPCIONES	VI/10/AF	JU/22/JA	VI/17/AF	JU/29/JA	5	C	C
6	10	MA CREACION CONTROL PARTES ALEVO MODELO	VI/ 9/JA	JU/22/JA	VI/16/JA	JU/29/JA	5	0	C
7	25	MA REVISION PRELIMINAR CPAM	VI/23/JA	JU/27/JL	VI/30/JA	JU/ 3/AG	5	0	C
43	45	MA CREACION DE PARTES PARA PROTOTIPOS	VI/23/JA	JU/24/AG	VI/30/JA	JU/31/AG	5	C	C
8	50	MA PRIMER PERIODO ACTUAL NORMAL CPAM	VI/26/JL	JU/ 5/CC	VI/ 4/AG	JU/12/CC	5	C	C
44	40	AD DETENCION DE PARTES PARA PROTOTIPOS	VI/25/AG	JU/19/CC	VI/ 1/SE	JU/26/CC	5	0	C
9	10	MA PRIMERA REVISION Y ACTUALIZACION CPAM	VI/ 6/CC	JU/19/CC	VI/13/CC	JU/26/CC	5	C	C
10	50	MA SEGUNDO PERIODO ACTUAL NORMAL CPAM	VI/20/CC	JU/ 4/EN	VI/27/CC	JU/11/EN	5	C	C
47	30	IN DESARROLLO DE PROTOTIPOS	VI/20/CC	LU/ 4/DI	VI/27/CC	LU/11/DI	5	C	C
46	10	IN REVISION POR ANALISIS DE PROTOTIPOS	MA/ 5/DI	MA/19/DI	MI/13/DI	MI/27/DI	5	5	C
11	10	MA SEGUNDA REVISION CPAM Y ACTUALIZACION	VI/ 5/EN	JU/18/EN	VI/12/EN	JU/25/EN	5	C	C
12	50	MA TERCER PERIODO ACTUAL NORMAL CPAM	VI/15/EN	LU/ 2/AE	VI/26/EN	LU/ 9/AE	5	C	C
13	10	MA TERCERA REVISION CPAM Y ACTUALIZACION	MA/ 3/AE	MI/18/AE	MA/10/AE	MI/25/AE	5	0	C
14	50	MA CUARTO PERIODO CPAM Y ACTUALIZACION	JU/15/AE	JU/26/JA	JU/26/AE	JU/ 5/JL	5	C	C
15	10	MA CUARTA REVISION CPAM Y ACTUALIZACION	VI/25/JA	JU/12/JL	VI/ 6/JL	JU/19/JL	5	C	C
116	20	MA QUINTO PERIODO DE ACTUALI NORMAL CPAM	VI/13/JL	JU/ 5/AG	VI/20/JL	JU/16/AG	5	5	C
39	55	IN ULTIMOS CAMBIOS ING PRIMERA UNIDAD	JU/28/DI	VI/16/AF	LU/12/FE	JU/ 3/MY	30	30	30
24	10	IN PRIMERA EMISIONES PARTES NALES	VI/23/JA	JU/ 6/JL	VI/18/AG	JU/31/AG	40	0	C
25	5	AD PRIMERA RECONFIRMACIONES ORIGEN	VI/ 7/JL	JU/13/JL	VI/ 1/SE	JU/ 7/SE	40	0	C
26	5	MA PRIMERA RECLASIFICACIONES CRENS COMFRA	VI/14/JL	JU/20/JL	VI/ 8/SE	JU/14/SE	40	C	C
27	15	AD PRIMERA CERTIFICACIONES PROVEDORES NALES	VI/21/JL	JU/10/AG	VI/15/SE	JU/ 5/CC	40	C	C
28	10	AD PRIMERA COLOCACIONES CRENS COMFRA	VI/11/AG	JU/24/AG	VI/ 6/CC	JU/19/CC	40	0	C
31	150	AD FABRICACION FERRAMENTAL PROVEEDORES	VI/25/AG	LU/ 2/AE	VI/20/CC	JU/31/MY	40	C	C
32	5	IN ENTREGA DE ALESTRAS	MA/ 3/AE	LU/ 9/AE	VI/ 1/JA	JU/ 7/JA	40	C	C

-----  
 REPORTE POR EL MARGEN TOTAL  
 -----

TESIS PROFESIONAL INE (II)

LANZAMIENTO DE UN NUEVO MODELO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

ACCC	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MÁS PRÓXIMO		MÁS LEJANO		MARGEN			
			COMIENZO	TERMINACION	COMIENZO	TERMINACION	TCT	LIB	INC	
33	10	IN LTIMAS APROBA	CICLOS DE MUESTRAS	MA/10/AE	MI/25/AE	VI/ 8/JN	JU/21/JN	40	40	C
35	80	CM PRONOSTICO DE	VENTAS MENSUAL	VI/10/PE	JU/ 6/JL	VI/19/MY	JU/ 7/SE	45	0	0
36	40	MA ELABORACION PROG	FACILCCION MENSUAL	VI/ 7/JL	JU/31/AG	VI/ 8/SE	VI/ 3/NC	45	0	0
39	30	CM PORCENTAJE DE IN	VALACION DE OPCIONES	VI/ 1/SE	JL/12/CC	LL/ 6/NC	MA/15/CI	45	0	0
40	30	MA PROGRAMA DEFINITI	VO DE PROCEO MENSUAL	VI/13/CC	LL/27/NC	MI/20/CI	JL/ 1/FE	45	0	0
41	15	SI CARGA DEL PROGRA	MA AL SISTEMA	MA/28/NC	MA/19/CI	VI/ 2/FE	VI/23/FE	45	0	0
42	10	MA GENERACION DEL	PROG ENTREGA DE MAT	MI/20/CI	JU/ 4/EN	LU/26/FE	VI/ 9/MR	45	0	0
44	15	MA ENVIO DEL PROG DE	ENTREG PARTS IMPERT	VI/ 5/EN	JL/25/EN	LL/12/MR	LL/ 2/AE	45	0	0
45	50	AD FABRICACION DE	PARTES IMPORTADAS	VI/26/EN	LL/ 9/AE	MA/ 3/AE	JL/14/JN	45	0	0
46	20	MA EMBARQUE DE	PARTES IMPORTADAS	MA/10/AE	JL/10/MY	VI/15/JN	JL/12/JL	45	0	0
47	15	MA RECIBO DE PARTES	IMPRT PARA PRODUCC	VI/11/MY	JU/21/MY	VI/13/JL	JU/ 2/AG	45	45	0
49	15	AD ELABORACION PROYCT	INVERSION COMPRAS	VI/ 9/JN	JL/29/JN	VI/18/AG	JU/ 7/SE	50	0	0
45	20	FC SOLICIT PER IMPOR	PARTES PROCTIPOS	VI/23/JN	JL/20/JL	VI/ 1/SE	JL/28/SE	50	0	0
30	20	CC APROBACION PROYCT	INVERSION COMPRAS	VI/30/JN	JL/27/JL	VI/ 8/SE	JL/ 5/CC	50	10	0
46	20	FC GETICIA PER IMPOR	PARTES PROCTIPOS	VI/21/JL	JL/17/AG	VI/29/SE	JL/26/CC	50	45	0
10	50	AD ANALISIS PARTES	FACILIDAD PROVERS	VI/ 9/JN	JL/17/AG	VI/25/AG	VI/ 3/NC	55	0	0
21	25	AD ORDEN DE PARTES	FACIL PROVEEDORES	VI/18/AG	JL/21/SE	LL/ 6/NC	LL/11/CI	55	0	0
37	60	IN DETENCION DE	PARTS FACIL PROVERS	VI/22/SE	MA/15/CI	MI/13/CI	VI/ 9/MR	55	0	0
22	20	MA RECIBO Y ENVIO	FACIL PROVEEDORES	MI/20/CI	JL/18/EN	LL/12/MR	LL/ 9/AE	55	0	0
23	25	AD AJUSTE HERRAMIAS	Y/C PRUEBAS PROVERS	VI/19/EN	VI/ 9/MR	MA/10/AE	JU/21/MY	55	15	0
19	20	AD ORDEN HERRAMIEN	AS FACIL PROVEEDORES	VI/18/AC	JU/14/SE	LL/12/NC	LL/11/CI	60	0	0
20	60	AD DETENCION HERRAMI	ENTAS FACIL PROVERS	VI/15/SE	LL/11/CI	MI/13/CI	VI/ 9/MR	60	5	0
70	40	CM DEF PILOTOS Y	UNIDADES PUBLICIDAD	VI/23/JN	JL/17/AG	VI/22/SE	VI/17/NC	65	0	0
71	20	IN ANALISIS PILOTOS	UNIDADES PUBLICIDAD	VI/18/AC	JL/14/SE	MA/21/NC	MA/15/CI	65	0	0

REPORTE POR EL MARGEN TOTAL

TESIS PROFESIONAL IME (I)

LANZAMIENTO DE UN NUEVO MODELO EN LA INDUSTRIA AUTOMETRIZ

NCCC	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MAS PROXIMO		MAS LEJANO		MARGEN	
			COMIENZO	TERMINACION	COMIENZO	TERMINACION	TCT	LIB INC
72	10	SI PREP SIST P/S PARA FIL Y/L PUBLICI	VI/15/SE	JU/28/SE	VI/20/CI	JU/ 4/EN	65	C C
73	5	SI ACTIVAR SIST P/S PARA FIL Y/L PUBLICI	VI/29/SE	JU/ 5/CC	VI/ 5/EN	JU/11/EN	65	C C
74	5	MA SOL PART IMPORT PARA FIL Y/L PUBLICI	VI/ 6/CC	JU/12/CC	VI/12/EN	JU/18/EN	65	C C
75	70	AC MANUF DE PARTES PARA FIL Y/L PUBLICI	VI/13/CC	JU/25/EN	VI/19/EN	JU/ 3/MY	65	C C
76	10	MA EXPED PART IMPORT PARA FIL Y/L PUBLICI	VI/26/EN	VI/ 5/FE	VI/ 4/MY	JU/17/MY	65	C C
77	20	MA EMBAR PART IMPORT PARA FIL Y/L PUBLICI	LU/12/FE	VI/ 9/MY	VI/18/MY	JU/14/JN	65	C C
78	20	MA RECIBO PART IMPORT PARA FIL Y/L PUBLICI	LU/12/MY	LU/ 9/BE	VI/15/JN	JU/12/JL	65	65 C
49	140	IN EMISION DEL LIST OFICIAL DE PARTES	VI/10/MY	JU/28/SE	VI/23/JN	JU/11/EN	70	C C
50	5	AC DETENCION DE PRE CIOS DE LAS PARTES	VI/29/SE	JU/ 5/CC	VI/12/EN	JU/18/EN	70	C C
53	20	SI PREPARACION SIST SOLICITUD DE PARTES	VI/29/SE	JU/26/CC	VI/12/EN	VI/ 9/FE	70	C C
51	15	MA APLICACION DEL MO DELO ABC CCLCH SEG	VI/ 6/CC	JU/26/CC	VI/19/EN	VI/ 9/FE	70	C C
52	10	SI CARGA CCLCH DE SEGURIDAD AL SISTEMA	VI/27/CC	VI/10/MC	LU/12/FE	VI/23/FE	70	25 0
54	10	SI PRUEBA DEL SIST PARA SOLICITUD PARTS	VI/27/CC	VI/10/MC	LU/12/FE	VI/23/FE	70	25 C
58	20	SI CARGA DE OPCIONES AL SISTEMA	VI/23/JN	JU/20/JL	VI/ 6/CC	VI/ 3/MC	75	30 25
43	5	CC ELAB DEL PROYECTO INVERSION PLANTA	VI/26/MY	JU/ 1/JN	VI/15/SE	JU/21/SE	80	C C
94	20	CC APROB PROYECTO INVERSION PLANTA	VI/ 2/JN	JU/29/JN	VI/22/SE	JU/19/CC	80	C C
95	50	MA DETENCION INFORMACION PROCESO PLANTA	VI/30/JN	JU/ 7/SE	VI/20/CC	JU/ 4/EN	80	C C
97	25	AC CREAR DE PARTES TRY-CLT PLANTA	VI/ 8/SE	JU/12/CC	VI/ 5/EN	VI/ 5/FE	80	C C
98	60	AC DETENCION PARTES TRY CLT PLANTA	VI/13/CC	JU/11/EN	LU/12/FE	JU/10/MY	80	C C
100	15	MA RECIBO DE PARTES TRY-CLT PLANTA	VI/12/EN	JU/ 1/FE	VI/11/MY	JU/31/MY	80	C C
112	15	MA PRUEBAS DE EQUIPO HERRAMIENTAS PROC PLANTA	VI/ 2/FE	VI/23/FE	VI/ 1/JN	JU/21/JN	80	C C
113	15	MA AJUSTE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PROC PLANTA	LU/26/FE	VI/16/MY	VI/22/JN	JU/12/JL	80	80 C
103	20	MA PRIMERAS REQUISITOS EQUIPO Y HERRAMIENTA	VI/ 8/SE	JU/ 5/CC	VI/12/EN	VI/ 9/FE	85	C C
107	40	MA ULTIMAS REQUISITOS EQUIPO Y HERRAMIENTA	VI/ 8/SE	VI/ 3/MC	VI/12/EN	VI/ 9/MY	85	C C

REPORTE POR EL MARGEN TOTAL

TESIS PROFESIONAL IPE II)

LANZAMIENTO DE LA NUEVA MODELO EN LA INDUSTRIA ALUMINIZ

NCCC	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MAS PROXIMO		MAS LEJANO		MARGEN		
			COMIENZO	TERMINACION	COMIENZO	TERMINACION	TCT	LIE	INC
104	10	AD PRIMERA COCIZACION ECLIPC Y HERRAMIENTA	VI/ 6/CC	JU/19/CC	LU/12/FE	VI/23/FE	85	C	C
105	10	AD PRIMERA COCCACION ECLIPC Y HERRAMIENTA	VI/20/CC	VI/ 3/NC	LU/26/FE	VI/ 9/MR	85	C	C
106	30	AD DETENCION DE ECLIPC Y HERRAMIENTA	LU/ 6/NC	MA/19/DI	LU/12/MR	MI/25/AE	85	C	C
108	20	AD ULTIMAS COCIZACION ECLIPC Y HERRAMIENTA	LU/ 6/NC	LU/ 4/DI	LU/12/MR	LU/ 9/AE	85	C	C
109	10	AD ULTIMAS COCCACION ECLIPC Y HERRAMIENTA	MA/ 5/DI	MA/19/DI	MA/10/AE	MI/25/AE	85	C	C
110	15	AD DETENCION COMPLETA ECLIPC Y HERRAMIENTA	MI/20/DI	JU/11/EN	JU/26/AE	JU/17/MY	85	C	C
111	10	MA RECIBO DE ECLIPC Y HERRAMIENTA	VI/12/EN	JU/25/EN	VI/18/MY	JU/31/MY	85	5	C
79	5	AD ANAL DEF PART NALES PROBLEMA PARA L/PLUBLIC	VI/ 6/CC	JU/12/CC	LU/19/FE	VI/23/FE	90	C	C
80	5	AD SOL PART PROBLEMA PARA L/FLELICIDAD	VI/13/CC	JU/19/CC	LU/26/FE	VI/ 2/MR	90	C	C
81	70	AD MANUF PART PROCEL PARA L/FLELICIDAD	VI/20/CC	JU/ 1/FE	LU/ 5/MR	JU/14/JA	90	0	C
82	10	AD EXPC PART NALES PROCEL PARA L/FLELIC	VI/ 2/FE	VI/16/FE	VI/15/JA	JU/28/JA	90	C	C
83	5	AD EMBAR PART NALES PROCEL PARA L/PLUBLIC	LU/19/FE	VI/23/FE	VI/29/JA	JU/ 5/JL	90	C	C
84	5	MA RECIBO PART NALES PROCEL PARA L/FLELIC	LU/26/FE	VI/ 2/MR	VI/ 6/JL	JU/12/JL	90	90	C
17	20	RG SOLICITUD PERMISO IMPORT FACIL PROCURS	VI/18/AG	JU/14/SE	VI/12/EN	VI/ 9/FE	100	C	C
18	20	RG DETENCION PERMISO IMPORT FACIL PROCURS	VI/15/SE	JU/12/CC	LU/12/FE	VI/ 9/MR	100	45	C
82	10	MA ENVIO DEL PROC DE ENTREG PROCURS NALES	VI/ 5/EN	JU/18/EN	VI/ 8/JA	JU/21/JA	105	105	60
89	115	SI PREP SIST PROC L LINEA DE ENSAMBLE	VI/23/JA	LU/ 4/DI	MA/ 5/DI	JU/24/MY	115	C	C
101	20	RG SOLC PERM IMPORT ECLIPC Y HERRAMIENTA	VI/ 8/SE	JU/ 5/CC	LU/26/FE	LU/26/MR	115	C	C
102	20	RG DETEN PERM IMPORT ECLIPC Y HERRAMIENTA	VI/ 6/CC	VI/ 3/NC	MA/27/MR	MI/25/AE	115	30	C
90	30	SI PROCEBA DEL SISTEMA	MA/ 5/DI	JU/18/EN	VI/25/MY	JU/ 5/JL	115	C	C
91	5	MA PROG A PROC PARA FILTROS Y L/FLELICI	VI/19/EN	JU/25/EN	VI/ 6/JL	JU/12/JL	115	115	C
96	20	RG SOLICITUD PERMISO IMPORT TRY CUT PLANT	VI/ 8/SE	JU/ 5/CC	LU/12/MR	LU/ 9/AE	125	C	C
99	20	RG DETENCION PERMISO IMPORT TRY CUT PLANT	VI/ 6/CC	VI/ 3/NC	MA/10/AE	JU/10/MY	125	45	0
92	5	MA PROGRAMA A PRODUCCION PLANTA	VI/19/EN	JU/25/EN	VI/27/JL	JU/ 2/AG	130	130	15

PROGRAMA FLTA #41 DISEÑO DE PCB INGENIERO ENRIQUE LOPEZ FARIAS INSTRUCTIVO FLTA #40 PCB PARA A.G. FLORES F. Y A. NOVA C.  
REPORTE POR EL MARGEN TOTAL

TESIS PROFESIONAL IPE (II)

LANZAMIENTO DE LA NUEVA MODELO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

NOCC	DIAS	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MAS PROXIMO COMIENZO TERMINACION	MAS LEJANO COMIENZO TERMINACION	MARGEN TCT LIE INC
ES	5	AD SCLC PART SUPPLY PARA PRACTIC L/PLBLI	VI/13/CC	JU/19/CC	VI/15/JN
					JU/21/JN
					165 165 75

DURACION CALCULADA	=	400 DIAS HABILDES
FECHA DE TERMINACION	=	JU/20/SE

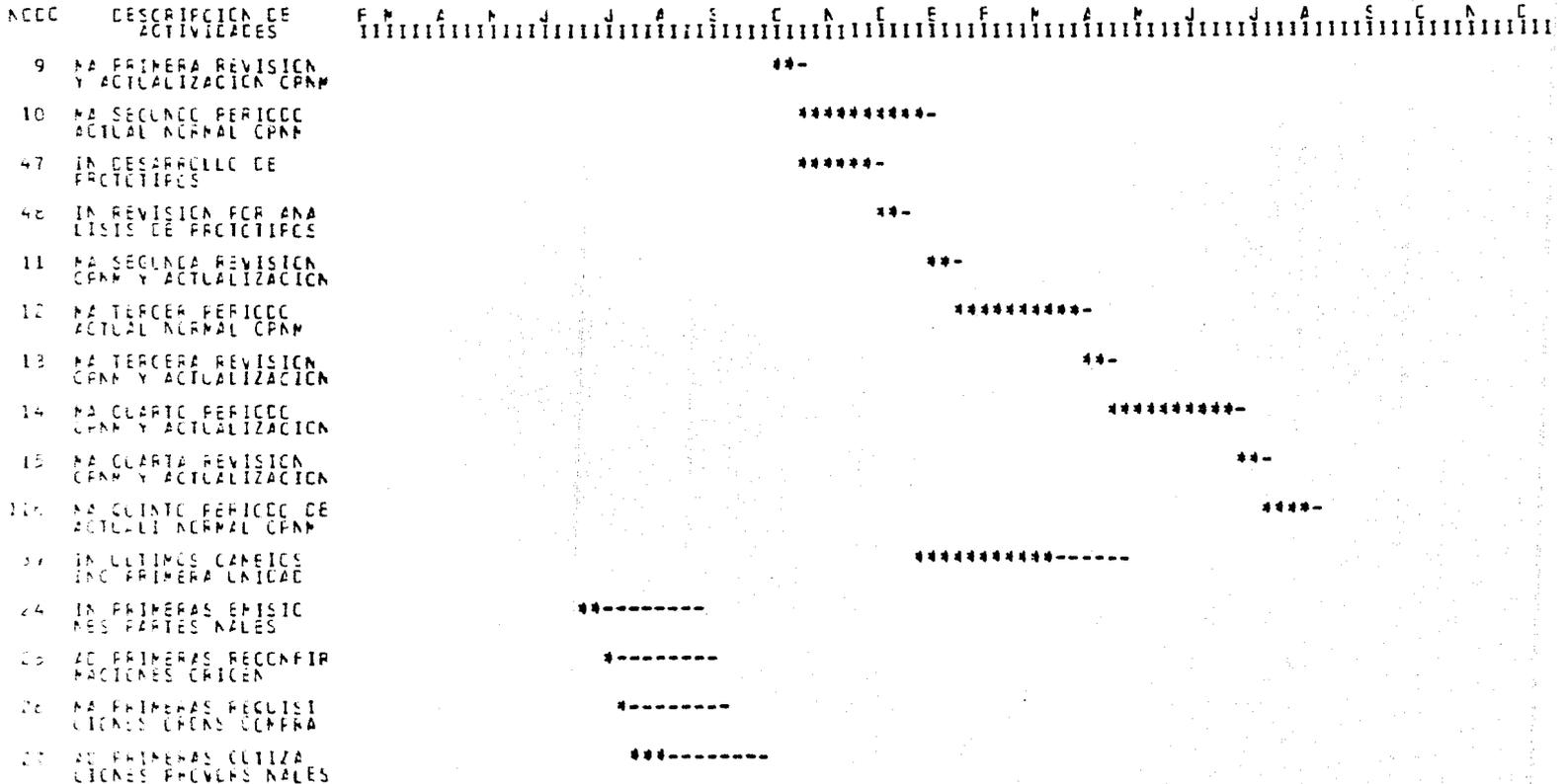




PROGRAMA FLTA \*\* DISEÑO POR INC ENRIQUE LOPEZ PATINO INSTRUCTIVO FLTA \*\* FECHO POR A.G. FLORES F. Y A. NOVA C.  
DIAGRAMA DE BARRAS DE PROYECTO

TESIS PROFESIONAL IPE (II)  
 LANZAMIENTO DE LA NLEVC ACCELO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

ESCALA - \* = 5 DIAS













PROGRAMA RLTA \*\*\* DISEÑO POR ING ENRIQUE LOPEZ PATINO INSTRUCTIVO RLTA \*\*\* FECHO POR A.G. FLORES F. Y A. NOVA C.

DIAGRAMA DE BARRAS DE PROYECTO

TESIS PROFESIONAL IPE (II)

LANZAMIENTO DE LA NUEVA MODELO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

ESCALA - \* = 5 DIAS

NCCC DESCRIPCION DE ACTIVIDADES



H5 AD SELC PART S/PROR PARA FILTROS C/PUBLI



b) Aplicación del Método Simplex al lanzamiento de un Nuevo Modelo de Automovil.

En el inciso anterior (a) ya se resolvió el problema planteado en el punto 3\* de este mismo capítulo.

A continuación el problema se resolverá aplicando el Método Simplex.

Primeramente se aplicará a la red de la figura 3.2 el concepto de gráfica dirigida, inmediatamente después obtendremos de la gráfica dirigida la matriz de incidencias.

Una gráfica dirigida es un conjunto de segmentos dirigidos unidos con un conjunto de nodos, en donde cada segmento termina en un nodo.

Una vez que se ha expuesto lo que es una gráfica dirigida, se procederá a ver la gráfica (figura 3.2) desde un punto de vista analítico.

Se puede describir la red listando todos los nodos y segmentos dirigidos e indicando que segmentos entran y que segmentos salen de un nodo, esto se hace para poder escribir una matriz a partir de una gráfica dirigida.

Se supondrá que la red tiene "S" segmentos y "N" nodos, también se supondrá que numeramos arbitrariamente todos los segmentos dirigidos y todos los nodos de la red. Llamaremos a la incidencia de un segmento con un nodo, matriz Aa. Esta matriz Aa es rectangular de "N" renglones y "S" columnas (i,k). El elemento  $a(i,k)$  está definido por:

$$a(i,k) = \begin{cases} 1 & \text{Si el segmento sale del nodo } i \\ -1 & \text{Si el segmento entra al nodo } i \\ 0 & \text{Si el segmento no incide en el nodo } i \end{cases}$$

Si cada segmento sale de un solo nodo y entra a un solo nodo, cada columna de la matriz "Aa" contiene solamente un +1 y un -1, con los demás elementos iguales a cero. Teniendo la matriz de incidencia ya formada, se igualará ésta a un vector "b" ( $Aa=b$ ), o sea cada nodo de la matriz "Aa" será igual a un elemento del vector "b", por lo tanto el nodo primero será igual a 1 y el último nodo será igual a -1 y el resto de los elementos del vector "b" serán iguales a cero. Con la matriz "Aa" igualada con el vector "b", lo único que faltaría sería el vector de la función objetivo, este vector objetivo estará formado por el número de días de cada actividad de el problema que se tiene (lanzamiento de un nuevo modelo de automovil).

Ahora que tenemos la matriz "Aa", el vector de restricciones "b" y la función objetivo, podemos aplicar el algoritmo Simplex. En 1947 se desarrolló el Método Simplex con el objeto de manejar modelos de programación lineal con muchas variables.

Cuando se tienen inecuaciones éstas son eliminadas y convertidas a ecuaciones, agregando a las ecuaciones unas variables llamadas de holgura.

Una vez que se tienen ecuaciones se escriben en forma de tabla, el vector "b" es el vector de restricciones o de recursos y la función objetivo es el conjunto de variables que deseamos optimizar.

Se establecerán ahora las propiedades de un modelo de programación lineal.

- (1) Una solución factible es un conjunto de valores de todas las variables que satisfacen las restricciones.

- (2) Una solución óptima es una solución factible que optimiza la función objetivo.
- (3) Un punto extremo se forma con la intersección de dos restricciones.
- (4) Una solución básica factible ocurre en un punto extremo
- (5) Para cualquier modelo de programación lineal, existe un número finito de puntos extremos
- (6) Si existe una solución óptima, por lo menos 1 solución óptima es una solución básica factible.

Por lo tanto lo que el método simplex hace es examinar los puntos extremos en algún orden, empezando con una solución inicial básica factible, el método se mueve a lo largo de la línea de restricción a un punto extremo, por medio de un camino calculado que mejore el valor de la función objetivo.

Cuando no se puede mejorar más la solución óptima se ha alcanzado.

Una vez descritos los fundamentos del método simplex los aplicaremos al problema de lanzamiento de un nuevo modelo de automovil, en este caso la función objetivo se maximizará. En seguida se presentan los listados con los resultados obtenidos, a través del uso del paquete TEMPO, alimentado este paquete con los datos del problema (ver figura 3.2). El paquete TEMPO se encuentra en el sistema Burroughs B6700 del Centro de Servicios de Cómputo de la U.N.A.M.

A continuación se muestran los listados con los resultados obtenidos, dichos listados contienen lo siguiente:

- Función objetivo  $C(k)$
- La matriz "Aa" en forma de coordenadas
- Vector de restricciones (E, significa igual=)
- Dibujo de la matriz "Aa"
- Estadística del problema
- Elementos del problema por columnas, es decir el valor de la función objetivo y los valores de la matriz "Aa" correspondientes a la columna "k"
- Otras estadísticas del problema
- Variables  $x_1, \dots, x_{123}$ , de estas variables las que tengan valores iguales a "1". nos indicarán que variables (que representan actividades son críticas)
- En un recuadro se tiene la sinópsis del resultado del problema

Después de los listados, en la figura 3.3 aparecerá la ruta crítica obtenida con el Método Simplex.



A(	42,	56)	=	-	1
A(	43,	56)	=	-	1
A(	44,	5)	=	-	1
A(	44,	61)	=	-	1
A(	44,	62)	=	-	1
A(	44,	63)	=	-	1
A(	45,	61)	=	-	1
A(	45,	64)	=	-	1
A(	46,	64)	=	-	1
A(	46,	65)	=	-	1
A(	47,	62)	=	-	1
A(	47,	66)	=	-	1
A(	48,	6)	=	-	1
A(	48,	67)	=	-	1
A(	49,	54)	=	-	1
A(	49,	67)	=	-	1
A(	49,	68)	=	-	1
A(	50,	68)	=	-	1
A(	50,	69)	=	-	1
A(	51,	69)	=	-	1
A(	51,	70)	=	-	1
A(	52,	66)	=	-	1
A(	52,	65)	=	-	1
A(	53,	70)	=	-	1
A(	53,	71)	=	-	1
A(	53,	49)	=	-	1
A(	53,	71)	=	-	1
A(	53,	72)	=	-	1
A(	54,	72)	=	-	1
A(	54,	73)	=	-	1
A(	55,	73)	=	-	1
A(	55,	74)	=	-	1
A(	55,	74)	=	-	1
A(	56,	75)	=	-	1
A(	57,	55)	=	-	1
A(	57,	76)	=	-	1
A(	58,	63)	=	-	1
A(	58,	76)	=	-	1
A(	58,	77)	=	-	1
A(	59,	77)	=	-	1
A(	59,	76)	=	-	1
A(	60,	76)	=	-	1
A(	60,	79)	=	-	1
A(	60,	80)	=	-	1
A(	61,	79)	=	-	1
A(	61,	81)	=	-	1
A(	62,	81)	=	-	1
A(	62,	82)	=	-	1
A(	63,	82)	=	-	1
A(	63,	83)	=	-	1
A(	64,	83)	=	-	1
A(	64,	84)	=	-	1
A(	65,	60)	=	-	1
A(	65,	65)	=	-	1
A(	65,	66)	=	-	1
A(	66,	51)	=	-	1
A(	66,	85)	=	-	1
A(	66,	87)	=	-	1
A(	67,	87)	=	-	1
A(	67,	88)	=	-	1

86700(7700) TEMPO  
VFASICNT 28.000.000

INPUT TIME PROCESSOR = 0.02 ELAPSED = 0.02

NAME = NOMBPE

1-ROW SECTION.

2-COLUMNS SECTION.

3-RMS SECTION.

REF ENTRY NUMBER DELETED OR TRAP (OR 2001)

NOMBPE

VT 14

0747779

A( 68, 98) =	- 1
A( 68, 99) =	- 1
A( 69, 90) =	- 1
A( 70, 90) =	- 1
A( 70, 91) =	- 1
A( 71, 91) =	- 1
A( 71, 92) =	- 1
A( 72, 92) =	- 1
A( 72, 93) =	- 1
A( 73, 94) =	- 1
A( 74, 94) =	- 1
A( 74, 95) =	- 1
A( 75, 95) =	- 1
A( 75, 96) =	- 1
A( 75, 97) =	- 1
A( 75, 98) =	- 1
A( 75, 99) =	- 1
A( 75, 100) =	- 1
A( 76, 96) =	- 1
A( 76, 101) =	- 1
A( 77, 101) =	- 1
A( 77, 102) =	- 1
A( 78, 97) =	- 1
A( 78, 103) =	- 1
A( 79, 103) =	- 1
A( 79, 104) =	- 1
A( 80, 104) =	- 1
A( 80, 105) =	- 1
A( 81, 98) =	- 1
A( 81, 106) =	- 1
A( 82, 102) =	- 1
A( 82, 105) =	- 1
A( 82, 106) =	- 1
A( 82, 107) =	- 1
A( 83, 107) =	- 1
A( 83, 108) =	- 1
A( 84, 99) =	- 1
A( 84, 109) =	- 1
A( 85, 100) =	- 1
A( 85, 110) =	- 1
A( 86, 109) =	- 1
A( 86, 110) =	- 1
A( 86, 111) =	- 1
A( 87, 108) =	- 1
A( 87, 111) =	- 1
A( 87, 112) =	- 1
A( 88, 112) =	- 1
A( 88, 113) =	- 1
A( 89, 156) =	- 1
A( 89, 114) =	- 1
A( 90, 114) =	- 1
A( 90, 115) =	- 1
A( 90, 116) =	- 1
A( 91, 84) =	- 1
A( 91, 89) =	- 1
A( 91, 93) =	- 1
A( 91, 113) =	- 1
A( 91, 115) =	- 1
A( 91, 117) =	- 1



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.







07/17/79  
25.000.000

NCHBRE

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

|   |    |        |           |     |   |         |
|---|----|--------|-----------|-----|---|---------|
| X | 1  | FUNDEU | 10.00000  | RLS | 1 | 1.00000 |
| X | 2  | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 3  | FUNDEU | 5.00000   | RLS | 2 | 1.00000 |
| X | 4  | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 5  | FUNDEU | 35.00000  | RLS | 3 | 1.00000 |
| X | 6  | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 7  | FUNDEU | 71.00000  | RLS | 3 | 1.00000 |
| X | 8  | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 9  | FUNDEU | 141.00000 | RLS | 3 | 1.00000 |
| X | 10 | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 11 | FUNDEU | 51.00000  | RLS | 3 | 1.00000 |
| X | 12 | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 13 | FUNDEU | 15.00000  | RLS | 4 | 1.00000 |
| X | 14 | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 15 | FUNDEU | 11.00000  | RLS | 5 | 1.00000 |
| X | 16 | RES    | -1.00000  |     |   |         |
| X | 17 | FUNDEU | 1.00000   | RLS | 5 | 1.00000 |
| X | 18 | RES    | -1.00000  |     |   |         |

|   |     |     |   |         |
|---|-----|-----|---|---------|
| X | 10  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 11  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 12  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 13  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 14  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 15  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 16  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 17  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 18  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 19  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 20  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 21  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 22  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 23  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 24  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 25  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 26  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 27  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 28  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 29  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 30  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 31  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 32  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 33  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 34  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 35  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 36  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 37  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 38  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 39  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 40  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 41  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 42  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 43  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 44  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 45  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 46  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 47  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 48  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 49  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 50  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 51  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 52  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 53  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 54  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 55  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 56  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 57  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 58  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 59  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 60  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 61  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 62  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 63  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 64  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 65  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 66  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 67  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 68  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 69  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 70  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 71  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 72  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 73  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 74  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 75  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 76  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 77  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 78  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 79  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 80  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 81  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 82  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 83  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 84  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 85  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 86  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 87  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 88  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 89  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 90  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 91  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 92  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 93  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 94  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 95  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 96  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 97  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 98  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 99  | RLS | 6 | 1.00000 |
| X | 100 | RLS | 6 | 1.00000 |



|       |        |          |        |         |
|-------|--------|----------|--------|---------|
| X 86  | FURUBU | 5.00000  | RLS 65 | 1.00000 |
| X 86  | RES 65 | -1.00000 |        |         |
| X 87  | FURUBU | 5.00000  | RLS 66 | 1.00000 |
| X 87  | RES 67 | -1.00000 |        |         |
| X 88  | FURUBU | 5.00000  | RLS 67 | 1.00000 |
| X 88  | RES 68 | -1.00000 |        |         |
| X 89  | FURUBU | 5.00000  | RLS 68 | 1.00000 |
| X 89  | RES 91 | -1.00000 |        |         |
| X 90  | FURUBU | 70.00000 | RLS 69 | 1.00000 |
| X 90  | RES 70 | -1.00000 |        |         |
| X 91  | FURUBU | 10.00000 | RLS 70 | 1.00000 |
| X 91  | RES 71 | -1.00000 |        |         |
| X 92  | FURUBU | 5.00000  | RLS 71 | 1.00000 |
| X 92  | RES 72 | -1.00000 |        |         |
| X 93  | FURUBU | 5.00000  | RLS 72 | 1.00000 |
| X 93  | RES 91 | -1.00000 |        |         |
| X 94  | FURUBU | 10.00000 | RLS 73 | 1.00000 |
| X 94  | RES 74 | -1.00000 |        |         |
| X 95  | FURUBU | 50.00000 | RLS 74 | 1.00000 |
| X 95  | RES 75 | -1.00000 |        |         |
| X 96  | FURUBU | 40.00000 | RLS 75 | 1.00000 |
| X 96  | RES 76 | -1.00000 |        |         |
| X 97  | FURUBU | 10.00000 | RLS 75 | 1.00000 |
| X 97  | RES 78 | -1.00000 |        |         |
| X 98  | FURUBU | 20.00000 | RLS 75 | 1.00000 |
| X 98  | RES 81 | -1.00000 |        |         |
| X 99  | FURUBU | 20.00000 | RLS 75 | 1.00000 |
| X 99  | RES 82 | -1.00000 |        |         |
| X 100 | FURUBU | 10.00000 | RLS 75 | 1.00000 |
| X 100 | RES 85 | -1.00000 |        |         |
| X 101 | FURUBU | 20.00000 | RLS 76 | 1.00000 |
| X 101 | RES 77 | -1.00000 |        |         |
| X 102 | FURUBU | 10.00000 | RLS 77 | 1.00000 |
| X 102 | RES 82 | -1.00000 |        |         |
| X 103 | FURUBU | 10.00000 | RLS 78 | 1.00000 |
| X 103 | RES 79 | -1.00000 |        |         |
| X 104 | FURUBU | 10.00000 | RLS 79 | 1.00000 |
| X 104 | RES 80 | -1.00000 |        |         |
| X 105 | FURUBU | 30.00000 | RLS 80 | 1.00000 |
| X 105 | RES 82 | -1.00000 |        |         |
| X 106 | FURUBU | 20.00000 | RLS 81 | 1.00000 |
| X 106 | RES 82 | -1.00000 |        |         |
| X 107 | FURUBU | 15.00000 | RLS 82 | 1.00000 |
| X 107 | RES 83 | -1.00000 |        |         |
| X 108 | FURUBU | 10.00000 | RLS 83 | 1.00000 |
| X 108 | RES 87 | -1.00000 |        |         |
| X 109 | FURUBU | 10.00000 | RLS 84 | 1.00000 |
| X 109 | RES 80 | -1.00000 |        |         |
| X 110 | FURUBU | 20.00000 | RLS 85 | 1.00000 |
| X 110 | RES 86 | -1.00000 |        |         |

07/00/77 26.7.77

NUMBER

PAGE 10

07/17/77

|       |        |          |        |         |
|-------|--------|----------|--------|---------|
| X111  | REL 87 | 15.00000 | RLS 87 | 1.00000 |
| X111  | REL 87 | -1.00000 |        |         |
| X112  | REL 88 | 15.00000 | RLS 87 | 1.00000 |
| X112  | REL 88 | -1.00000 |        |         |
| X113  | REL 89 | 15.00000 | RLS 88 | 1.00000 |
| X113  | REL 89 | -1.00000 |        |         |
| X114  | REL 90 | 30.00000 | RLS 89 | 1.00000 |
| X114  | REL 90 | -1.00000 |        |         |
| X115  | REL 91 | 5.00000  | RLS 90 | 1.00000 |
| X115  | REL 91 | -1.00000 |        |         |
| X116  | REL 92 | 5.00000  | RLS 90 | 1.00000 |
| X116  | REL 92 | -1.00000 |        |         |
| X117  | REL 91 | 15.00000 | RLS 91 | 1.00000 |
| X117  | REL 92 | -1.00000 |        |         |
| X118  | REL 94 | 15.00000 | RLS 91 | 1.00000 |
| X118  | REL 94 | -1.00000 |        |         |
| X119  | REL 93 | 10.00000 | RLS 92 | 1.00000 |
| X119  | REL 93 | -1.00000 |        |         |
| X120  | REL 92 | 15.00000 | RLS 93 | 1.00000 |
| X120  | REL 92 | -1.00000 |        |         |
| X121  | REL 95 | 5.00000  | RLS 94 | 1.00000 |
| X121  | REL 95 | -1.00000 |        |         |
| X122  | REL 96 | 20.00000 | RLS 95 | 1.00000 |
| X122  | REL 96 | -1.00000 |        |         |
| X123  | REL 97 | 5.00000  | RLS 96 | 1.00000 |
| X123  | REL 97 | -1.00000 |        |         |
| REL 1 | REL 1  | 1.00000  | RLS 97 | 1.00000 |

TIME--PROCESSOR = 0.16 ELAPSED = 2.44

RELATION STATISTICS

| NUMBER | FREE | FIXED | BOUND | NORMAL |
|--------|------|-------|-------|--------|
| 123    | 6    | 97    | 8     | 123    |

RELATION IN CORE : MEMORY ALLOCATION = 1144 WORDS.  
 REVERSE : MEMORY ALLOCATION = 3120 WORDS. RECORD LENGTH = 1560 WORDS.

TIME--PROCESSOR = 0.19 ELAPSED = 2.69

ZIPS = FULLS ZRHS = 8

TIME--PROCESSOR = 0.19 ELAPSED = 2.71

07/17/70 20:00

NOMGR

PROBLEM NOTIFIED TO :

|                      |        |      |       |         |        |  |
|----------------------|--------|------|-------|---------|--------|--|
| ROWS :               | NUMBER | FREE | FIXED | BOUNDED | NORMAL |  |
| COLUMNS :            | 25     | 1    | 94    | 0       | 0      |  |
| NUMBER OF FILMENTS = | 120    | 65   | 0     | 0       | 35     |  |

DENSITY EXCLUDING ROWS = 2.31 PERCENT

CRASH TIME--PROCESSOR = 0.23 Lapsed = 3.21

INVERT TIME--PROCESSOR = 0.23 Lapsed = 3.22

CURRENT BASIS : EQUALITY = 9. LTA NECCRS = 1. ETA VECTORS = 0. ELEMENTS = 0.  
 CURRENT INVERSE : FLATTENED TRIANGULAR VECTORS = 85. STRUCTURALS = 85. ELEMENTS = 25.  
 FUNCTION VALUE = 2.00000

AT START  
 NUMBER OF INFAS = 2  
 SUM OF INFAS = -2.00000

PASS1 TIME--PROCESSOR = 0.23 Lapsed = 3.34

AT END PASS1  
 NUMBER OF INFAS = 0  
 SUM OF INFAS = 0.00000

FEASIBLE

FINAL TIME--PROCESSOR = 0.24 Lapsed = 3.39

| ITERATION | NUMBER | NUMBER | SUM OF | ZRHS = B | REDUCED | PIVOT | VECTOR | VECTOR | FUNCTION |
|-----------|--------|--------|--------|----------|---------|-------|--------|--------|----------|
| TYPE      |        | INFAS  | INFAS  | NEG      | COEFF   | INDEX | CUT    | IN     | VALUE    |
| 1         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 2         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 3         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 4         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 5         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 6         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 7         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 8         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 9         | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |
| 10        | 0      | 0      | 0      | 0        | 0.0000  | 0     | 0      | 0      | 0.0000   |

CREATE TIME--PROCESSOR = 0.25 Lapsed = 3.60

0478977100201800000

NAME

PAGE 12 07/17/77

PROBLEM RESTORED.

INVERT TIME--PROCESSOR = 0.28 ELAPSED = 3.79

|                   |                                   |                   |                   |               |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| CURRENT INVERSE : | EQUALITY = 1.                     | ETA RECORDS = 1.  | ETA VECTORS = 94. | ELEMENTS = 0. |
| CURRENT BASIS :   | SLACKS = 0.                       | STRUCTURALS = 96. | ELEMENTS = 287.   |               |
| NEW INVERSE :     | FUNCTION TRIANGULAR VECTORS = 96. |                   | ELEMENTS = 287.   |               |
|                   | FUNCTION VALUE = 400.00000        |                   |                   |               |

PRIMAL TIME--PROCESSOR = 0.28 ELAPSED = 3.88

ZOBJ = FUNDED ZRHS = 1

EXIT CONDITION: OPTIMAL SOLUTION.

FUNCTION VALUE = 400.00000

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 0.29 ELAPSED = 3.90



COLUMNS SECTION

| NUMBR | MAIL | STATUS | ACTIVITY | INPUT COST | ICNTR. LIMIT | UPPER LIMIT | REDUCED COST |
|-------|------|--------|----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| 190   | X 46 | S      | 1.00000  | 40.00000   | .            | NONE        | .            |
| 191   | X 47 | S      | 1.00000  | 5.00000    | .            | NONE        | .            |
| 192   | X 48 | S      | 1.00000  | 30.00000   | .            | NONE        | .            |
| 193   | X 49 | S      | 1.00000  | 10.00000   | .            | NONE        | -60.00000    |
| 194   | X 50 | S      | 1.00000  | 15.00000   | .            | NONE        | .            |
| 195   | X 51 | S      | .        | .          | .            | NONE        | .            |
| 196   | X 52 | S      | .        | 45.00000   | .            | NONE        | .            |
| 197   | X 53 | S      | .        | 20.00000   | .            | NONE        | .            |
| 198   | X 54 | S      | .        | 20.00000   | .            | NONE        | -75.00000    |
| 199   | X 55 | S      | .        | 40.00000   | .            | NONE        | .            |
| 200   | X 56 | S      | .        | 115.00000  | .            | NONE        | .            |
| 201   | X 57 | S      | .        | 30.00000   | .            | NONE        | -50.00000    |
| 202   | X 58 | S      | .        | 30.00000   | .            | NONE        | .            |
| 203   | X 59 | S      | 1.00000  | 30.00000   | .            | NONE        | .            |
| 204   | X 60 | S      | 1.00000  | 15.00000   | .            | NONE        | .            |
| 205   | X 61 | S      | 1.00000  | 5.00000    | .            | NONE        | .            |
| 206   | X 62 | S      | .        | 20.00000   | .            | NONE        | -65.00000    |
| 207   | X 63 | S      | .        | .          | .            | NONE        | .            |
| 208   | X 64 | S      | .        | 15.00000   | .            | NONE        | .            |
| 209   | X 65 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | -70.00000    |
| 210   | X 66 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | -70.00000    |
| 211   | X 67 | S      | .        | 40.00000   | .            | NONE        | -45.00000    |
| 212   | X 68 | S      | .        | 30.00000   | .            | NONE        | .            |
| 213   | X 69 | S      | .        | 35.00000   | .            | NONE        | .            |
| 214   | X 70 | S      | .        | 15.00000   | .            | NONE        | .            |
| 215   | X 71 | S      | .        | 7.00000    | .            | NONE        | .            |
| 216   | X 72 | S      | .        | 7.00000    | .            | NONE        | .            |
| 217   | X 73 | S      | .        | 7.00000    | .            | NONE        | .            |
| 218   | X 74 | S      | .        | 7.00000    | .            | NONE        | .            |
| 219   | X 75 | S      | .        | 15.00000   | .            | NONE        | -75.00000    |
| 220   | X 76 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 221   | X 77 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 222   | X 78 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 223   | X 79 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 224   | X 80 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 225   | X 81 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 226   | X 82 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 227   | X 83 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 228   | X 84 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 229   | X 85 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 230   | X 86 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | -90.00000    |
| 231   | X 87 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 232   | X 88 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 233   | X 89 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 234   | X 90 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 235   | X 91 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 236   | X 92 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 237   | X 93 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 238   | X 94 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 239   | X 95 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 240   | X 96 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 241   | X 97 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 242   | X 98 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 243   | X 99 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |
| 244   | X 00 | S      | .        | 10.00000   | .            | NONE        | .            |

CELLARS SECTION

| ACFLEF | NAME | STATUS | ACTIVITY | INPUT COST | LOWER LIMIT | UPPER LIMIT | REDUCED COST |
|--------|------|--------|----------|------------|-------------|-------------|--------------|
| 235    | XX91 | SS     | .        | 10.00000   | .           | NONE        | .            |
| 236    | XX   | SS     | .        | 5.00000    | .           | NONE        | .            |
| 237    | XX   | SS     | .        | 5.00000    | .           | NONE        | -15.00000    |
| 238    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 239    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 240    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 241    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 242    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 243    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 244    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 245    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | .            |
| 246    | XX   | SS     | .        | 2.00000    | .           | NONE        | -85.00000    |
| 247    | XX   | SS     | .        | 10.00000   | .           | NONE        | .            |
| 248    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | -85.00000    |
| 249    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | -115.00000   |
| 250    | XX   | SS     | .        | 15.00000   | .           | NONE        | .            |
| 251    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | -125.00000   |
| 252    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | -80.00000    |
| 253    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 254    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 255    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 256    | XX   | SS     | .        | 30.00000   | .           | NONE        | .            |
| 257    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | -115.00000   |
| 258    | XX   | SS     | .        | 15.00000   | .           | NONE        | -130.00000   |
| 259    | XX   | SS     | .        | 10.00000   | .           | NONE        | .            |
| 260    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 261    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 262    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 263    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 264    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 265    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 266    | XX   | SS     | .        | 20.00000   | .           | NONE        | .            |
| 267    | XX   | SS     | .        | 30.00000   | .           | NONE        | .            |
| 268    | XX   | SS     | .        | 5.00000    | .           | NONE        | .            |
|        |      |        | 1.00000  |            |             |             |              |
|        |      |        | 1.00000  |            |             |             |              |
|        |      |        | 1.00000  |            |             |             |              |

A

07/27/77 15:20:00

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| PROBLEM IDENTIFICATION | NUMBER    |
| RESOLUTION NAME        | UNLESS    |
| RESOLUTION NUMBER      | 9         |
| FUNCTIONAL VALUE       | 400,00000 |

NCRRRE



|      |        |          |        |          |
|------|--------|----------|--------|----------|
| X 60 | RES 92 | -1.00000 |        |          |
| X 61 | RES 93 | 1.00000  | RLS 44 | 1.00000  |
| X 62 | RES 45 | -1.00000 |        |          |
| X 62 | RES 46 | 1.00000  | RLS 44 | 1.00000  |
| X 63 | RES 47 | -1.00000 |        |          |
| X 63 | RES 44 | 1.00000  | RLS 50 | -1.00000 |
| X 64 | RES 45 | -1.00000 | RLS 45 | 1.00000  |
| X 64 | RES 46 | 1.00000  |        |          |
| X 65 | RES 47 | -1.00000 | RLS 46 | 1.00000  |
| X 65 | RES 52 | 1.00000  |        |          |
| X 66 | RES 53 | -1.00000 | RLS 47 | 1.00000  |
| X 66 | RES 54 | 1.00000  |        |          |
| X 67 | RES 55 | -1.00000 | RLS 48 | 1.00000  |
| X 67 | RES 49 | 1.00000  |        |          |
| X 68 | RES 50 | -1.00000 | RLS 49 | 1.00000  |
| X 68 | RES 51 | 1.00000  |        |          |
| X 69 | RES 52 | -1.00000 | RLS 50 | 1.00000  |
| X 69 | RES 53 | 1.00000  |        |          |
| X 70 | RES 54 | -1.00000 | RLS 51 | 1.00000  |
| X 70 | RES 55 | 1.00000  |        |          |
| X 71 | RES 56 | -1.00000 | RLS 52 | 1.00000  |
| X 71 | RES 57 | 1.00000  |        |          |
| X 72 | RES 58 | -1.00000 | RLS 53 | 1.00000  |
| X 72 | RES 59 | 1.00000  |        |          |
| X 73 | RES 60 | -1.00000 | RLS 54 | 1.00000  |
| X 73 | RES 61 | 1.00000  |        |          |
| X 74 | RES 62 | -1.00000 | RLS 55 | 1.00000  |
| X 74 | RES 63 | 1.00000  |        |          |
| X 75 | RES 64 | -1.00000 | RLS 56 | 1.00000  |
| X 75 | RES 65 | 1.00000  |        |          |
| X 76 | RES 66 | -1.00000 | RLS 57 | 1.00000  |
| X 76 | RES 67 | 1.00000  |        |          |
| X 77 | RES 68 | -1.00000 | RLS 58 | 1.00000  |
| X 77 | RES 69 | 1.00000  |        |          |
| X 78 | RES 70 | -1.00000 | RLS 59 | 1.00000  |
| X 78 | RES 71 | 1.00000  |        |          |
| X 79 | RES 72 | -1.00000 | RLS 60 | 1.00000  |
| X 79 | RES 73 | 1.00000  |        |          |
| X 80 | RES 74 | -1.00000 | RLS 61 | 1.00000  |
| X 80 | RES 75 | 1.00000  |        |          |
| X 81 | RES 76 | -1.00000 | RLS 62 | 1.00000  |
| X 81 | RES 77 | 1.00000  |        |          |
| X 82 | RES 78 | -1.00000 | RLS 63 | 1.00000  |
| X 82 | RES 79 | 1.00000  |        |          |
| X 83 | RES 80 | -1.00000 | RLS 64 | 1.00000  |
| X 83 | RES 81 | 1.00000  |        |          |
| X 84 | RES 82 | -1.00000 | RLS 65 | 1.00000  |
| X 84 | RES 83 | 1.00000  |        |          |
| X 85 | RES 84 | -1.00000 |        |          |
| X 85 | RES 85 | 1.00000  |        |          |

A( 19 )  
A( 20 )  
A( 21 )  
A( 22 )  
A( 23 )  
A( 24 )  
A( 25 )  
A( 26 )  
A( 27 )  
A( 28 )  
A( 29 )  
A( 30 )  
A( 31 )  
A( 32 )  
A( 33 )  
A( 34 )  
A( 35 )  
A( 36 )  
A( 37 )  
A( 38 )  
A( 39 )  
A( 40 )  
A( 41 )  
A( 42 )  
A( 43 )  
A( 44 )  
A( 45 )  
A( 46 )  
A( 47 )  
A( 48 )  
A( 49 )  
A( 50 )  
A( 51 )  
A( 52 )  
A( 53 )  
A( 54 )  
A( 55 )  
A( 56 )  
A( 57 )  
A( 58 )  
A( 59 )  
A( 60 )  
A( 61 )  
A( 62 )  
A( 63 )  
A( 64 )  
A( 65 )  
A( 66 )  
A( 67 )  
A( 68 )  
A( 69 )  
A( 70 )  
A( 71 )  
A( 72 )  
A( 73 )  
A( 74 )  
A( 75 )  
A( 76 )  
A( 77 )  
A( 78 )  
A( 79 )  
A( 80 )  
A( 81 )  
A( 82 )  
A( 83 )  
A( 84 )  
A( 85 )  
A( 86 )  
A( 87 )  
A( 88 )  
A( 89 )  
A( 90 )  
A( 91 )  
A( 92 )  
A( 93 )  
A( 94 )  
A( 95 )  
A( 96 )  
A( 97 )  
A( 98 )  
A( 99 )  
A( 100 )

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## C A P I T U L O   I V

### Análisis de Resultados y Conclusiones.

1\* Análisis de los resultados obtenidos con el Método de Ruta Crítica.

Ya en el capítulo III se aplicó el Método de Ruta Crítica, de los resultados arrojados haremos notar lo siguiente:

Las actividades críticas, es decir aquellas actividades que debemos cuidar que no se retrasen para no alargar todo el proyecto, son veinticuatro y ya fueron señaladas en el capítulo III en el punto 4\*a.

Así también debemos señalar que existen tres rutas críticas como lo podemos notar en el dibujo de la ruta crítica del punto 4\* del capítulo anterior.

Con toda la información obtenida en el método de ruta crítica, podemos mantener nuestro proyecto controlado, si por alguna causa o algunas de las actividades del proyecto no terminaran en los tiempos previstos, lo único que tendríamos que hacer, sería alimentar el programa RUTA\*A\* con los cambios necesarios y obtendríamos una nueva ruta crítica, este proceso se repetiría tantas veces como fuese necesario. En el presente caso, el lanzamiento de un nuevo modelo de automóvil, nos llevará 400 días hábiles el proyecto, desde su concepción por planeación hasta la salida de la línea de producción de las primeras unidades. Así el problema que nos ocupa se iniciará el 17 de febrero de 1978 y concluirá el 20 de Septiembre de 1979, en esta última fecha estarán saliendo los primeros modelos de automóviles 1980.

2\* Análisis de los resultados obtenidos con el Método Simplex.

Los resultados obtenidos por el Método Simplex se interpreta de la siguiente manera:

En una parte del listado (Paquete Tempo, Cap. III punto 4\*b) hay una sección llamada COLUMNS SECTION, en esta sección hay una serie de columnas, la segunda de ellas lleva el nombre de NAME, aquí se encuentran listadas las variables  $X_1, \dots, X_{123}$ , estas variables representan alguna actividad (ver figura 3.3). La cuarta columna (COLUMNS SECTION) lleva el nombre de ACTIVITY, esta columna tiene una serie de valores, (1's, unos) no en todas las variables.

Las variables que tienen 1's (unos) representan las actividades críticas, es decir que el conjunto de actividades críticas aparece en la figura 3.3.

Se observa también en el recuadro, (última parte del listado; Paquete TEMPO; Cap. III punto 4\*b), que la solución es óptima, la computadora realizó nueve iteraciones y por último, el tiempo que se llevará concluir el proyecto será de 400 días.

### 3\* Conclusiones.

En los dos puntos anteriores se han revisado los resultados obtenidos de la aplicación del Método de Ruta Crítica y del Método Simplex.

De los resultados mencionados se hace notar que el Método de Ruta Crítica marca tres rutas críticas, mientras que el Método Simplex únicamente nos marca una de las tres rutas críticas existentes, esto se debe a que el Método Simplex, cuando alcanza un punto óptimo, ya no sigue buscando otros puntos óptimos, por lo tanto en el presente caso al encontrar una solución óptima ya no siguió buscando otras soluciones óptimas, por esto solo nos señala el Método Simplex una ruta crítica.

Por supuesto ambos métodos llegan a una duración de 400 días.

Al aplicar los métodos, Ruta Crítica y Simplex al problema particular del presente trabajo, se notó que el Método de Ruta Crítica es más versátil, ya que cualquier cambio durante la ejecución del proyecto, puede ser corregido con facilidad, mientras que con el Método Simplex el cambio tendría cierta dificultad.. El Método Simplex es ampliamente usado en otro tipo de problemas (problemas de optimización).

Por otra parte es importante hacer comparaciones, como en este trabajo se hizo, ya que el haberlo hecho nos ha permitido tener un conocimiento más profundo de los métodos de Ruta Crítica y Simplex, y a la vez se confirmó la teoría ya demostrada por especialistas en Programación Lineal, respecto a las ventajas de usar el Método de Ruta Crítica sobre el Método Simplex, en problemas que involucran secuenciación.

Una vez más se destaca, como ya se hizo en el Prefacio, que, el uso de las técnicas de Programación Lineal, nos permiten optimizar recursos y que debemos, hacer uso cotidiano de las técnicas mencionadas, venciendo a veces la resistencia al cambio, de parte de algunos administradores, en la industria mexicana.

Así como hemos aplicado en este trabajo, dos técnicas de Planeación a un problema específico, existen otros problemas dentro de la Industria en los cuales se podrían aplicar algunas otras técnicas tales como:

- Optimización de Programas de Producción.
- Teoría de colas en Líneas de Ensamble.
- Optimización de material en inventario, etc.

Por último es reconfortante llegar al final del presente trabajo y ver, que se han alcanzado los objetivos propuestos al inicio de este estudio.

A P E N D I C E "A"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL PARA EL USO DEL PROGRAMA

"RUTA\*A\*"

PROGRAMA DESARROLLADO POR:           ING. ENRIQUE LOPEZ PATIÑO

INSTRUCTIVO DESARROLLADO POR:       ANGEL GERARDO FLORES FLORES  
  ARTURO NOVA COVARRUBIAS

JUNIO, 1979.

MANUAL DEL PROGRAMA RUTA\*A\*

Este programa fue diseñado para obtener:

- \*CALENDARIO DE ACTIVIDADES
- \*\*RUTA CRITICA
- \*\*\*DIAGRAMA DE BARRAS
- \*\*\*\*DIBUJO RED DE ACTIVIDADES

\*CALENDARIO DE ACTIVIDADES. Se refiere al listado de los días hábiles de los cuatro años siguientes a partir de la fecha de inicio del proyecto. Para proyectos mayores de cuatro años será necesario hacer correcciones relativas al programa.

El programa RUTA\*A\*, unicamente determina los días de la Semana Santa de los años comprendidos entre 1968 y 1985. Si se requieren los datos de la Semana Santa de los años anteriores ó posteriores a los indicados, habrá necesidad de determinarlos previamente.

Si el usuario de este programa no deseara que el programa le listara el CALENDARIO DE ACTIVIDADES, debe indicar al operador que oprima en la consola el botón que lleve el nombre de PROGRAM START, cuando aparezca en la consola el mensaje: "SWITCH 3 EN ON (ARRIBA) LISTA DIAS HABILES DE 19 n (según fecha de inicio del proyecto; en donde n representa los dos últimos dígitos del año) OPRIMA PROGRAM START EN LA CONSOLA".

Si el usuario no deseara el listado de los cuatro años a partir de la fecha de inicio, debe indicarle al operador hasta que año es el que desea, al terminar dicho año el operador deberá bajar el SWITCH 3 y oprimir el botón "PROGRAM START", con esto el programa continuará su rutina.

**\*\*RUTA CRITICA.** Los cambios que surgen a cada momento en la realización de las actividades de la vida real requieren una atención cuidadosa que nos permita ir replaneando conforme avanza el proyecto, con el objeto de evitar que nuestra planeación inicial en pocos días quede fuera de la realidad. Con el empleo de una computadora y la técnica de Ruta Crítica, nos permite hacer la replaneación mencionada rápidamente, ya que solo bastará hacer el ó los cambio(s) en la secuencia de las actividades y/o dar las nuevas duraciones ó cambiar los costos de las actividades. Con estos cambios podremos generar una nueva Ruta Crítica actualizada y veraz. La Ruta Crítica es la ruta con el tiempo más grande a lo largo de una red.

El Programa RUTA\*A\* lista la Ruta Crítica, así como el resto de las actividades de una red. Cada una de las actividades tendrán: El número de nodo que le corresponde, la duración de la actividad en días, el tiempo más próximo de la actividad, el tiempo más lejano del comienzo de la actividad, así como las holguras (total, libre e individual).

El programa dará además de la Ruta Crítica y el resto de las actividades de la red:

- a) La duración calculada del proyecto en días
- b) La fecha de terminación del proyecto

El programa se puede trabajar por costos (de cada actividad).

**\*\*\*DIAGRAMA DE BARRAS.** El diagrama de barras muestra el trabajo que hay que hacer, tiene una escala de tiempo en la parte superior de la hoja del programa, en la que se puede observar con facilidad el tiempo que se llevará todo el proyecto, así como el tiempo que durará una actividad en especial.

El programa RUTA\*A\* nos dibuja el diagrama de barras del proyecto, este diagrama constará de: número de nodo, descripción de la actividad y a continuación cada actividad será marcada por asteriscos, dependiendo el número de asteriscos de la duración de la actividad: los guiones (-) nos indicarán dentro del diagrama de barras el tiempo de hol-

gura. Los asteriscos y los guiones se encontrarán referidos dentro de una escala de tiempo como ya antes se mencionó, esta escala se encontrará en la parte superior de la hoja, del Diagrama de Barras, las iniciales de los meses.

\*\*\*\*DIBUJO RUTA CRITICA. El programa RUTA\*A\* dibuja la red de actividades del proyecto propuesto. La interpretación que se le dará es la siguiente:

El usuario del programa se encontrará con una serie de niveles, bajo cada uno de estos niveles se verá un primer número éste es el nodo, el número que le sigue es la duración de la actividad y a continuación de la duración vendrá la descripción de la actividad.

¿Cómo unir los nodos?

Las hojas en donde se encuentran los niveles deberán ser desprendidas y unidas unas a continuación de otras de acuerdo al número progresivo de cada nivel. Una vez unidas estas hojas se podrá dibujar la red. Los nodos se irán uniendo de acuerdo a un listado que aparece inmediatamente después del calendario(s) de actividad(es) (en caso que el usuario no deseara calendario(s) de actividad(es), el mencionado listado será el primero en aparecer).

El multicitado listado aparecerá de la siguiente manera:

Primeramente entre paréntesis el número de nodo, en seguida la duración de la actividad (en días), a continuación vendrá la descripción de la actividad, posteriormente tendremos el ó los nodo(s) precedente(s) y por último en la misma fila se tendrá un carácter alfanumérico ( $D_m$ ;  $m \geq 1$ ) el número "m" nos indicará el nivel donde se encuentra una determinada actividad, al identificar dicha actividad y con su(s) precedente(s), podremos unir con flechas cada una de las actividades de la red, según nos indique el tantas veces mencionado listado.

P R O G R A M A RUTA\*A\*

Orden que deberán llevar las tarjetas perforadas:

- Tarjeta 1a. // JOB T  
2a. \*EQUAT(FRNTZ,PRNZ)  
3a. Tarjeta en blanco  
4a. Tarjeta en blanco  
5a. // XEQ RUTA\*A\*  
6a. Nombre del propietario del programa (arreglo en modo entero que consta de 60 elementos 120 caracteres alfanuméricos, perforados en 2 tarjetas. Ambas tarjetas se podrán perforar con datos unicamente de las columnas 1 a 60, debiendo quedar en blanco las columnas restantes. En caso que no se desee la impresión de los encabezados con el nombre del propietario, deberán darse a leer 2 tarjetas en blanco.  
7a. Fecha de inicio del proyecto y número de días hábiles por semana.  
Día \_\_\_\_\_ columnas: 1 a 5  
Mes \_\_\_\_\_ columnas: 6 a 10  
Año \_\_\_\_\_ columnas: 14 y 15 (unicamente los dos últimos dígitos del año)  
Días hábiles por semana columna 20 (si no se perfora la columna 20 ó fuese 0, automáticamente el proyecto se considera de 5 días hábiles por semana).  
8a. Nombre de la Razón Social de la Empresa u otro nombre, perforado en las columnas 1 a 80  
9a. Nombre del proyecto, perforado en las columnas 1 a 80.

TARJETA i

Después de la tarjeta 9a. vienen los datos, que deberán perforarse de la siguiente forma:

- \* Número de nodo columnas: 1 a 3
- \* Duración de la actividad (en días enteros) columnas: 4 a 6
- \* Costo de la actividad columnas: 7 a 13 (punto decimal perforado) en caso de que no se trabaje el programa por costos, las columnas 7 a 13 no se perforarán.
- \* Descripción de la actividad (40 caracteres máximo)

Columnas: 14 a 33 (20 caracteres; 1a. parte)

Columnas; 35 a 54 (20 caracteres; 2a. parte)

- \*Número(s) de los nodo(s) precedentes (8 datos por tarjeta)

Columnas: 55 a 78 (de 3 en 3 columnas por dato)

Si hubiese más de 8 nodos precedentes, se deberá perforar tantas tarjetas como se requieran. Con 8 datos cada una y con un máximo de 4 tarjetas por cada actividad. Si hubiese más de 8 datos de nodos precedentes, deberá perforarse en la columna 79 el número de orden de la tarjeta (1,2, 3 ó 4), y en la columna 80 el total de tarjetas de nodos precedentes.

Si hubiese 8 o menos datos de nodos precedentes, las columnas 79 y 80 deben ser 0 ó dejarse en blanco.

Una vez perforados los datos, a continuación vendrán las siguientes tarjetas (n=número de tarjetas con datos).

(n+1) /\*  
(n+2) tarjeta en blanco  
(n+3) /\*

A P E N D I C E "B"

INSTRUCTIVO BASICO PARA LA UTILIZACION DEL PAQUETE  
TEMPO EN RUTINAS DE PROGRAMACION LINEAL

POR:

RUBEN CHAVEZ MISRAHI

ENERO, 1 9 7 9.

## T E M P O

Sistema de programación matemática que ofrece técnicas de cómputo para la solución de problemas de programación lineal.

Tempo es un "paquete" que consiste de una serie de rutinas clasificadas de acuerdo a sus funciones en 7 clases:

- Rutinas de entrada
- Rutinas de salida
- Rutinas de arranque
- Rutinas post-óptimas
- Rutinas de preservación de bases
- Rutinas utilitarias
- Rutinas de optimización

Cada rutina es mandada a llamar por su nombre y una serie de modificadores de la siguiente manera:

RUTINA (MODIFICADORES)

Los modificadores debe ir separados por comas y corresponden a rutinas específicas.

Además de rutinas, Tempo necesita de parámetros

Es fácil identificar los parámetros, pues todos ellos empiezan con la letra Z.

Por ejemplo, ZOBJ es el parámetro que nos permite definir el nombre de nuestra función objetivo; con ZDATA debemos de darle un nombre a nuestros datos. Más tarde se estudiarán los parámetros más importantes de Tempo.

Tempo es además un sistema Interactivo, es decir, podemos correrlo desde una terminal remota con ventajas que más adelante se comprenderán.

Se presentará un problema de programación lineal distinto a los que vienen en el manual "TEMPO, MATHEMATICAL PROGRAMMING SYSTEM" para que el estudio de distintos casos facilite la comprensión.

### E J E M P L O

Se presentará un problema ya planteado sin darle importancia al significado de las variables o las restricciones para simplificarlo.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= 3x_1 - 2x_2 \quad \text{ó } \text{Min } z = \underline{C}^T \underline{x} \\ \text{s.a.} \quad \underline{C}^T &= (3, -2) \\ 6x_1 - 3x_2 &< 12 \\ x_1 - .5x_2 &> 1.5 \\ 2.4x_1 + 3x_2 &= 6 \\ 2x_1 + x_2 &< 5 \\ 2x_1 + x_2 &> -10 \\ x_1, x_2, x_3 &> 0 \end{aligned}$$

$$A = \begin{pmatrix} 6 & -3 \\ 1 & -.5 \\ 2.4 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$b = \begin{pmatrix} 12 \\ 1.5 \\ 6 \\ 5 \end{pmatrix}$$

La solución de este problema se dará tal y como se haría por tarjetas, más tarde se explicarán los cambios necesarios para trabajar desde una terminal remota.

## COMENTARIOS:

- I JOB EJEMPLO I Es un carácter inválido o multi-perforación
- I USER = CLAVE Clave es la que previamente debe haber comprado el usuario.
- I CLASS = 4
- I BEGIN
- I EXECUTE ( BC84) MPS/ALL Esta instrucción manda a llamar a Tempo de la clave BC84
- I FILE ZPROF = EJEMPLO Ejemplo es el nombre del archivo que hemos escogido para que Tempo guarde en él una representación binaria de los datos que se introducirán. (opcional)
- I DATA CARD Indica que las siguientes tarjetas serán propiamente el programa Tempo
- ZDATA = "DATOS" Recuerde que los parámetros comienzan con z. Este en particular define el nombre de nuestros datos como "DATOS".
- ZNAME = "PROBLEMA " Este será el nombre de nuestro programa
- INPUT (CARD, SUMMARY) Esta instrucción lee los datos de entrada de CARDIN y crea, si ha sido especificado, un archivo en ZPROF. El modificador CAPD indica que la entrada de datos será por medio de tarjetas.

- El modificador SUMMARY sirve para que sean impresas ciertas características de los renglones y de las columnas.  
(rutina de entrada)
- BCDOUT                    Esta rutina imprime el problema tal y como viene en las tarjetas.  
(rutina opcional de salida)
- ZOBJ = "FUNC OBJ"        Con este parámetro asignamos un nombre a la función objetivo, el que más tarde será utilizado al introducir los datos
- ZRHS = "TERM IND"        Con este parámetro asignamos un nombre a los términos independientes del P.P.L. RHS proviene del inglés: Right Hand Side i.e. (lado derecho)
- ZRNGST = "RANGO"        En este parámetro asignamos un nombre al rango de las restricciones. Nótese que las dos últimas restricciones del P.P.L. difieren sólo en el término independiente, de ahí que se tratarán como si fuera una sola restricción dentro de un rango.
- \* SETUP (MIN)            Con esta rutina asignamos un área de trabajo a Tempo para que resuelva el problema de programación lineal.  
(P.P.L.) (rutina de entrada)
- PRIMAL                    Es esta rutina el corazón del problema, pues gracias a ella se obtiene la solución al P.P.L.  
(rutina de optimización)

## OUTPUT

Obviamente, el programa sería inútil si no se imprimiera la solución del P.P.L. Pues también, esta rutina es precisamente lo que hace (rutina de salida)

Estas son en esencia, las instrucciones que, una vez introducidos los datos, darían por resultado un listado como el que se anexa. Sin embargo las instrucciones que pueden usarse son muchas más y dependiendo de los intereses de la persona, pueden usarse otras y omitirse algunas que se han usado en este problema.

Por ejemplo, la rutina Picture, imprime la matriz de coeficientes, re presentando cada rango de números con una letra.

La rutina Dual obtiene la solución al P.P.L. usando el algoritmo dual.

La rutina Revise nos permite modificar un problema que ha sido guardado en disco.

Se sugiere comprar el manual:

B7700/B6700 SYSTEMS TEMPO MATHEMATICAL PROGRAMMING SYSTEM

En el se podrá encontrar una lista de todas las rutinas que existen y la función que tienen.

## ENTRADA DE DATOS:

La manera en que se introducen los datos a Tempo es, como se había dicho, después de la tarjeta de control I DATA CARDIN y con un formato que será fácil comprender siguiendo el ejemplo expuesto.

Obsérvese como los datos pueden clasificarse en 5 secciones:

ROWS: Restricciones y función objetivo

COLUMNS: Es aquí donde se dan el vector  $C^T$  y la matriz A. Es recomendable dar toda esta información por columnas, tal y como viene en el ejemplo.

RHS: Términos independientes

RANGES: Rangos de las restricciones

BOUNDS: Cotas de las variables. En el presente problema no tenemos restricciones del Tipo  $x_i \leq a$  ó  $x_j \geq b$ , si así fuera, la manera de especificarlo no sería con una restricción, sino acotando las variables.

I DATA CARDIN  
COL. 1 15

NAME DATOS

Recuerde qué nombre recibió el parámetro ZDATA en el programa

1 5  
ROWS

En ROWS estarán comprendidos la función objetivo y las restricciones

ØN FUNC OBJ  
ØG REST 1  
ØG REST 2  
ØE REST 3  
ØL REST 4

Con esto hemos terminado de definir los renglones; el significado de las letras N, G, E y L es el siguiente:

L: menor o igual

E: igual

G: mayor o igual

N: renglón no calculable o neutro. Es propio unicamente de la función objetivo.

1    5        15        (25        36) 40    (50        61)

COLUMNS

|    |          |    |        |     |
|----|----------|----|--------|-----|
| X1 | FUNC OBJ | 3  | REST 1 | 6   |
| X1 | REST 2   | 1  | REST 3 | 2-4 |
| X1 | REST 4   | 2  |        |     |
| X2 | FUNC OBJ | -2 | REST 1 | -3  |
| X2 | REST 2   | -5 | REST 5 | 3   |
| X2 | REST 4   | 1  |        |     |

Como se dijo, en esta sección se han dado nombres a las variables y se han especificado los valores de  $C^T$  y A.

1    5                    15                    (25                    36) 40    (50                    61)

RHS

|          |        |    |        |     |
|----------|--------|----|--------|-----|
| TERM IND | REST 1 | 12 | REST 2 | 1.5 |
| TERM IND | REST 3 | 6  | REST 4 | 5   |

Nótese la similitud con el formato de COLUMNS. Estos datos representan evidentemente al vector  $\underline{b}$  del P.P.L.

1    5        15        (25        36)

RANGES

RANGO    REST 4        15

Sólo se tiene una restricción acotada en  $(-10, 5)$ , el rango es entonces:  $5 - (-10) = 15$ .

1

ENDATA

Con esta instrucción se termina la entrada de datos.

A continuación será escrito un párrafo en el que se supondrá que:  $x_1 < 15$  y  $x_2 > 9$  pero que, como no forma parte del ejemplo descrito, no será incluido dentro de las instrucciones.

12    5        15            25        36

BOUNDS

|         |    |    |
|---------|----|----|
| UP COTA | X1 | 15 |
| LO COTA | X2 | 9  |

El significado de UP y LO es:

UP: UPPER (superior)

LO: LOWER (inferior)

Se recordará que se definieron los nombres de 3 parámetros:

ZOBJ = "FUNC OBJ", ZRHS = "TERM IND", y ZRNGST = "RANGO"; todos ellos usados en la entrada de datos. Existe un parámetro llamado ZBNDST que no fué utilizado para este ejemplo.

Si las condiciones  $x_1 > 15$  y  $x_2 < 9$  debiesen de ser incluidos en el programa. ¿Qué nombre le daría al parámetro ZBNDST?

Si su respuesta fué "COTA", ha comprendido el papel que desempeñan los parámetros en TEMPO.

Como podrá observar, las cantidades tienen todas el punto en las mismas columnas, esto es sugerido para un funcionamiento eficiente del paquete pero no es condición indispensable del mismo. La única restricción al respecto es que las cantidades deben estar entre las columnas 25 y 36 y las 50 y 61.

Después de ENDATA deberá aparecer la tarjeta I END JOB.

A P E N D I C E "C"  
B I B L I O G R A F I A

- Ackoff R.L., Un Concepto de Planeación de Empresas,  
Ed. Limusa, S.A., 1972.
- Ackoff R.L., Fundamentos de Investigación de Operaciones,  
Ed. Limusa, S.A., 1971.
- Dantzig G.B., Linear Programming, Princeton  
University Press, Princeton N.J., 1963.
- Desoer C.A., Kuh E.S., Basic Circuit Theory,  
Ed. Mc Graw-Hill Kogausha, Ltd., 1969.
- Gerez V., Grijalva, El Enfoque de Sistemas,  
Ed. Limusa, S.A., 1976.
- Hadley G., Linear Programming,  
Ed. Addison-Wesley Publishing Company, 1962.
- Harris R.D., Maggard J.M., William G.L., Computer Models in  
Operation Research,  
Ed. Harper & Row, Publishers, 1974.
- Hillier F.S., Liberman G.S., Operation Research,  
Ed. Holden-Day, Inc., 1974.
- Jauffred F.J., Moreno A.B., Acosta J.J., Métodos de Optimización,  
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, 1971.
- Levin R.I., Kirkpatrick C.A., Planning and Control with PERT/CPM,  
Ed. Mc Graw-Hill, 1966

- Levy F.K., Thompson G.L. Wiest J.D., The ABC's of the Critical Path Method,  
Harvard Business Review,  
Vol. 41, No. 5, Sept. y Oct., 1963.
- Murray M.A., Chicurel E., Aplicaciones de Computación a la Ingeniería,  
Ed. Limusa, S.A., 1975.
- Rodríguez M., Aplicaciones en Ingeniería de Métodos Modernos de Planeación, Programación y Control de Procesos Productivos,  
Ed. Limusa Wiley, 1970
- Vejda S., An Introduction to Linear Programming and the Theory of Games,  
Ed. Wiley, 1960.