

2ej
3



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

FACULTAD DE CIENCIAS

**APLICACION DE LA TEORIA DE SISTEMAS
EN EL AREA DEL TRANSPORTE
COLECTIVO**

TRABAJO DE TESIS

Que para Obtener el Título de:

ACTUARIO

Presenta:

Ma. Eugenia Andrade Guzmán



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	3
1.1 La Historia del Transporte en la Ciudad de México.	
1.2 Origen del Sistema de Transporte Colectivo	
2. OBJETIVO A SEGUIR: LA SEGURIDAD	15
2.1 La Seguridad	
2.2 Señalización	
2.3 Modos de Conducción	
2.4 El Deslizamiento	
3. TEORIA DE SISTEMAS	27
3.1 Enfoque de Sistemas	
3.2 Análisis de Sistemas	
3.3 Diseño General de sistemas	
4. APLICACION A LA RESOLUCION DEL PROBLEMA DE - SEGURIDAD DE UNA AREA DE TRANSPORTE COLECTIVO A TRAVES DEL ENFOQUE DE SISTEMAS	51
4.1 Sinóptico del Programa	
4.2 Descripción de variable	
4.3 Diagrama de Flujo	
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

El futuro de la Ciudad de México, que en la actualidad es una de las más pobladas del mundo y que según los últimos estudios de la Organización de Naciones Unidas, considera que si siguen los índices de crecimiento actuales, será en el año 2000 la ciudad que con más habitantes cuente; requiere decisiones políticas que contemplen cabalmente el futuro del desarrollo nacional, primordialmente en relación al proceso de industrialización y desarrollo urbano del país.

Es importante señalar que el desarrollo urbano no debe ni puede concebirse fuera del contexto socio-económico nacional.

El compromiso político asociado al desarrollo, en el caso de nuestra ciudad, es parte sustantiva de la política nacional y ambas específicamente de la política urbana. Así, en nuestra gran metrópoli tenemos innumerables problemas que requieren de una atención y solución inmediata, siendo uno de los principales el "tránsito". Para solucionar este problema, es necesario crear la infraestructura a nivel de vialidad, facilidades de transportación pública, y sobre todo proporcionar a los habitantes de la ciudad los medios necesarios para satisfacer sus necesidades de desplazamiento de un lugar a otro.

El transporte urbano no es sino uno más, entre los muchos y graves problemas que requieren resolver las autoridades del Departamento del Distrito Federal. Cuando esto alcanza las proporciones como en el caso de nuestra Ciudad, tanto en el número de habitantes como en el de su extensión territorial, este problema de no ser atendido y resuelto de inmediato, puede llegar a crear situaciones insostenibles.

Tenemos que entre el año de 1950 y 1980, el número de automóviles registrados pasó de 55 mil a casi dos millones con un aumento de casi el 4000% en solo 30 años.

Podría pensarse que este crecimiento en el número de vehículos privados, trae consigo una mejora en la situación de los transportes urbanos, pero la realidad es lo contrario. El embotellamiento creciente de nuestras avenidas y calles principales, no es más que un anuncio de lo que hubiera llegado a ocurrir si nuestras autoridades no se hubieran avocado a abordar el problema de vialidad y transporte del D. F.

El planteamiento real del problema del transporte urbano, no consiste sin embargo en saber si quienes usan sus automóviles para desplazarse estarán en medida de seguir haciéndolo al serle resueltos sus requerimientos básicos, como son: el de poder circular y el de poder estacionarse. Aún en el caso, cada vez improbable de que pudiesen arbitrarse soluciones de largo alcance para ello, el problema fundamental del tránsito en nuestra ciudad, consiste en poner a disposición de todos los ciudadanos, tanto los que tienen como los que no tienen automóvil, unos medios colectivos de transporte que por sus características resulten atractivos.

El hacerlo, resuelve simultáneamente dos graves problemas, el de transportarse en general y el de circular por las avenidas y calles, ya que las vías de comunicación se verán despejadas en la medida en que los dueños de automóviles particulares utilicen los sistemas de transportes colectivos que la ciudad ofrece.

Para dar algunas cifras que enmarquen el problema descrito, baste considerar que en el año de 1980 de los casi 2 millones de vehículos que existían registrados, solamente el 3% eran de transporte colectivo y efectuaban el 79% de los viajes que se generaban; en cambio el 97% del resto de vehículos, compuestos básicamente por automóviles particulares, sólo atendían al 21% de los viajes. Se puede decir que aquí radicaba el origen del problema de la vialidad y el tránsito, por lo que, gran parte de la solución consistía en invertir dicha situación, con el fin de incrementar el número y la eficiencia de los vehículos colectivos y constituir una alternativa viable para los que se transportaban en automóviles.

De no haberse tomado la decisión en el año de 1967 de iniciar la construcción de los primeros 41.5 Kms. del Sistema de Transporte Colectivo "METRO", es indudable que a la fecha, la ciudad estaría paralizada, en gran parte porque no hubiera existido un medio eficiente para resolver el problema de la transportación.

Vemos que los sistemas de transporte colectivo cumplen una misión social de primera necesidad y con el apoyo del Metro de la Ciudad de México es posible obtener importantes economías al reducir los tiempos de recorridos, los consumos de combustibles y la contaminación ambiental.

La función esencial del Metro, es la de transportar el mayor número de personas en el menor tiempo posible con el máximo índice de seguridad. Dicho parámetro da origen a la creación del presente trabajo ya que lo que se ha tratado y se tratará siempre en el ámbito del transporte es evitar cualquier tipo de colisión y para el Metro, el de evitar la colisión entre dos trenes.

1. ANTECEDENTES

1.1 La historia del transporte en la Ciudad de México. La Ciudad de México en sus dos parcialidades: Tenochtitlan y Tlatelolco, se asentaban en una isla de casi 11 Km² de extensión con cerca de 90,000 habitantes. Rodeaba a esta isla una laguna de poca profundidad y en gran parte aguas salubres.

En sus principios, la isla se comunicaba con la tierra firme sólo por la vía acuática, pero después de la Segunda Mitad del siglo XV, se empezaron a construir calzadas-dique, que comunicaban a la isla y servían para controlar tanto el nivel como la salinidad de los lagos.

Los cronistas de la conquista, hacen mención al hecho de que en la Ciudad de México había numerosas calles de agua; de tierra y agua y sólo de tierra; lo cual nos muestra una ciudad muy bien organizada y comunicada. Hay que decir que para el tiempo de llegada de los conquistadores, en la Ciudad de México casi no se producían víveres y se tenían que traer de zonas, en algunos casos muy lejanas.

El mercado de Tlatelolco era el Centro Comercial del Imperio y el punto de distribución de víveres y mercaderías y como tal debía contar con vías de comunicación y áreas de almacenamiento adecuadas a su función. Para ello, los "ingenieros" indígenas crearon una serie de calzadas de comunicación con la tierra firme y regiones lejanas.

De tal red tenemos el testimonio de Hernán Cortés y Bernal Díaz del Castillo. Primeramente describen la Calzada de Iztapalapa, que fue la primera que conocieron cuando en los primeros días del mes de noviembre de 1519, caminaron desde la región de Chalco, para pasar primero a Iztapalapa y posteriormente llegar hasta el centro mismo de la Ciudad de México-Tenochtitlan.

La Calzada de Iztapalapa salía de la puerta Sur del recinto del Templo Mayor, a la altura de la puerta Norte del actual Palacio Nacional, y seguía rumbo al Sur, por el actual trazo de las calles de Pino Suárez. En la acera Oriente se encontraba el Palacio de Moctezuma (en lo que es actualmente el Palacio Nacional) sitio que después ocupó el Palacio Virreinal. Al frente quedaba, igual que hoy en día, una plaza abierta que servía para las danzas. Ese espacio abierto que se denomina "El Zócalo" lo es a causa del basamento para poner la estatua ecuestre de Carlos IV. En ese espacio abierto estaban la picota y un mercado llamado "El Parian".

Cruzando "la Acequia Real" se encontraba un solar vacío, que en la época prehispánica servía para colocar el "Palo Volador" y que ocasionalmente en la Colonia se convertía en "Plaza de Toros".

Más al Sur, la Calzada de Iztapalapa tenía casas sólo en su acera Oriente, ya que al Poniente había un lago, que en la Colonia fue conocido por la "Ciénega" de San Antonio Abad.

La Ciudad Prehispánica daba comienzo en la actual Calzada del Chabacano, en donde posiblemente se encontraba el fuerte de Xoloc, que servía para controlar el paso de entrada al recinto de la ciudad. De ahí hasta la esquina con la Calzada Popocatepetl, la calzada corría recta y era como lo menciona Bernal Díaz "Ancha de 8 pasos, en donde podían ir cómodamente 4 jinetes". Cerca de la calzada había algunas poblaciones, como la que posteriormente se conoció como "Los Postales", que sirvió en la Colonia como "Venta".

En la "Ermita" se bifurcaba el camino y una rama se dirigía hacia Coyoacán, pasando por el Santuario de Huizilopchco (hoy Convento de Churubusco) y la otra se dirigía a Iztapalapa, pasando por Mexicalzingo (El pequeño México).

De Iztapalapa, la Calzada se dirigía al Lago de Chalco, pasando por Cuitláhuac (Tláhuac) para llegar a tierra firme y pasar por Chalco. De ese punto, la ruta seguía para Omequemecan (Amecameca) para llegar a la tierra caliente en Cuautla y continuar a Izocar, (Izucar de Matamoros) Huajuapán, Oaxacán (Oaxaca), Tecuantepec y Xoconochco. Una importante ruta comercial por la que llegaban los productos de tierra caliente como el cacao, el algodón, el oro, etc.

Otra Calzada históricamente muy importante lo fue la de Tlacopan (Tacuba), que salía de la puerta Poniente del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlán y llegaba a la Ribera del lago, a la altura de Popotla.

Más al Poniente, la isla terminaba a la altura de las Calles de Empanan.

El último corte de la Calzada estaba a la altura de la actual Avenida de los Insurgentes. Pegada a la Calzada había algunas isletas, que posteriormente fueron transformadas en villas de descanso y una población con una iglesia (San Cosme y San Damián) que posteriormente se ha conocido por "La Ribera de San Cosme". Como ya se ha mencionado, la Calzada tenía un ramal, hasta los manantiales de Chapultepec.

Al llegar a la población de Tlacopan, ya en tierra firme, la calzada se dividía en una vía periférica que comunicaba a las poblaciones ribereñas como Tacubaya, Azcapotzalco, Tepeyac, etc., con la montaña, rumbo al Valle de Tollocan.

Por otro lado, se comunicaba con la región de Jilotepec, que fue y sería la vía de comunicación con el Norte del País.

Se debe tomar nota de que los cronistas de la conquista sólo mencionan específicamente las calzadas de Iztapalapa, que fue por donde llegaron por primera vez a la Ciudad de México; la de Tlacopan, que fue por donde salieron huyendo, y la de Tepeyacac que comunicaba la isla con el Santuario de la Tonantzín (hoy Basílica de Guadalupe). La Calzada Tepeyacac salía de la puerta Norte del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlan y siguiendo el trazo de la actual calle de República de Argentina llegaba al Reino de México, Tlatelolco. Salía a la laguna en la hoy Glorieta de Peralvillo.

Paralela a esta Calzada, había otra, tal vez más importante, que seguía el trazo de las de República de Brasil y Avenida Peralvillo y tenía una comunicación con el Gran Mercado de Tlatelolco y el Templo Mayor de dicha Ciudad de México-Tlatelolco por una calle, hoy ya desaparecida, que en la Colonia recibió el nombre de calle Real de Santiago.

Junto al arranque de esta Calle Real de Santiago, está la Parroquia de Sta. Ana, lugar que pudo ser asiento de la Casa de Cuauhtémoc en Tlatelolco.

De la Glorieta de Peralvillo, partía hacia el Norte la mencionada Calzada de Tepeyacac, que en la Colonia recibió el nombre de Calzada de los Misterios, debido a los monumentos laterales que servían de guía a los peregrinos que se dirigían a la Basílica de Guadalupe.

Ya en tierra firme, esta calzada se comunicaba con otras que iban rumbo a Tenayuca, Tlalnepantla, Atzacpotzalco y una vía larga rumbo al Oriente, a la región de Puebla y Tlaxcala que a su vez seguía hasta la costa del golfo.

Con el tiempo, esta calzada de Tepeyac, se convierte en la ruta del Ferrocarril Mexicano en su tramo desde Tlatelolco hasta "La Villa". En la actualidad, ha recuperado su dignidad y es importante eje vial.

De las calzadas no mencionadas directamente por los Conquistadores, está la importantísima de Nonoalco que saliendo del mercado y templo mayor de Tlatelolco, se dirigía a Tlacopan (Tacuba) por la calzada hoy conocida por Flores Magón. La calzada salía de la isla, propiamente, a la altura de la isleta de Nonoalco, y se dirigía al Poniente, dividiendo en dos un lago salobre de poca profundidad. Esta calzada tenía un ramal o desviación rumbo a Atzacpotzalco en lo que hoy conocemos como Calzada de Camarones.

La última de las grandes calzadas que comunicaban la isla con la tierra firme y su Area Metropolitana, era la de Tenayucan, que hoy en día conocemos por Calzada Vallejo. Esta calzada era muy importante en lo económico, ya que comunicaba el gran mercado de Tlatelolco con una gran serie de isletas salineras y con la región de Tlalnepantla, Tula y Xilotepec.

La isla de México estaba muy bien comunicada por medio de sus 5 calzadas principales, amén de un gran número de canales de navegación que tenían sus terminales en una red urbana interior, ya que como se ha mencionado, la Ciudad tenía calles terrestres, calles de una parte de tierra y la otra de agua y otras calles, generalmente las interiores eran solamente de agua. Todas estas vías de comunicación tenían un trazo ortogonal bien definido.

Estos pequeños canales o "apantles" servían como línea divisoria entre predios y como una especie de circulación interna de tipo doméstico.

Una vez concluida la lucha armada que destruyera casi completamente la ciudad capital del Imperio Mexicano; la tarde del 13 de agosto de 1521 se inicia el abandono de la metrópoli. Sus habitantes, sus defensores y sus atacantes se dirigen todos a las poblaciones de la ribera del lago y la ciudad queda, después de casi 80 días de lucha, al fin, en silencio y calma.

Pasaron meses antes de que los antiguos pobladores y los conquistadores españoles regresaran a ocuparla pero ya bajo nuevos signos.

El Alarife Alonso García Bravo, por instrucciones de Cortés, toma la porción central de la ciudad, que comprende el Recinto del Templo Mayor, los Palacios Imperiales, los Jardines, las Casas de Fieras y Enanos, las Plazas de Danzas y el Volador, así como numerosos palacios de la nobleza, los Almacenes Imperiales, etc. Con ello hace un nuevo centro urbano de corte ya europeo en donde localiza la Plaza Mayor, la Iglesia Catedral, Casas del Gobierno, el Cabildo, etc., y el resto lo reparte en solares, de acuerdo a la mayor o menor cuantía de la aportación a la empresa de la conquista que tuvieron los diferentes soldados y capitanes españoles.

Esta área, llegaba por el Poniente a la Avenida Lázaro Cárdenas, al Sur a las calles de Izazaga, al Poniente a las de la calle de Jesús María y al Norte, a las calles de Perú.

Por desgracia, las amplias avenidas que comunicaban el Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlán con las Calzadas de Iztapalapa, Tlacopan, Tepeyac y los embarcaderos a Texcoco, se ven reducidos a calles de corte europeo de algo menos de la mitad de ancho, como se puede constatar en las recientes exploraciones del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlan. Este cambio perjudica enormemente la concepción urbanística de la capital de la Nueva España hasta tiempos recientes, en que se han reampliado algunas de las calzadas, recuperado su amplitud e importancia.

Con la introducción de los animales de silla, carga y tiro, las antiguas vialidades indígenas de la ciudad se vieron asimismo afectadas, ya que muchas calles de agua fueron cegadas y convertidas en calles de tierra.

Se construyeron nuevos puentes de arco de mampostería para substituir a los de madera y se construyeron acueductos de arcos, para substituir y aumentar los antiguos caños indígenas.

Con la construcción de nuevos edificios, casas-habitación, palacios, iglesias, conventos, mesones, almacenes, etc., la Ciudad de México se va transformando lentamente a través de los 300 años de vida colonial pero su área urbana ya disminuida después de la guerra de conquista 1520 - 1521, no se recupera sino hasta pasada la mitad del siglo XIX.

Durante la Colonia, el sistema de transporte evolucionó de los caballos, mulas y burros de silla y carga, a un sistema de arriería con cientos de animales y con la introducción de las carretas, hechas según se cree, por el beato Sebastián de Aparicio, enterrado en la Ciudad de Puebla y considerado por transportistas, camioneros y taxistas, como su Santo Patrón.

Aparecieron por las calles de la ciudad, carretas, carretones, carretelas, carros carrozas, así como diligencias y palanquines. Cada una de estas innovaciones traía consigo modificaciones en la red vial o sus instalaciones anexas, ya que fue necesario establecer lugares para alojar a las caravanas de arrieros, para guardar a los lujosos carruajes de la nobleza Novehispana y los troncos de caballos que las movían. Así se tienen noticias de que en el año 1625 existían más de 15,000 vehículos tirados por caballos.

A finales del siglo XVII se incrementó el uso de las diligencias para el transporte foráneo de pasajeros y carga, por lo que aumentó el movimiento de vehículos en la ciudad. Las primeras calles y banquetas empedradas aparecieron en 1769, y hacia el año de 1792, la población de la ciudad llegó a 130,000 habitantes.

A mediados del siglo XVIII se estableció el servicio de transporte colectivo con los carruajes largos con asientos laterales y acceso posterior tirado por caballos cuya ruta inicial fue de San Ángel a Tacubaya.

Con la llegada a México de la Revolución Industrial y sus grandes adelantos mecánicos y científicos, la ciudad empieza realmente a cambiar, ya que en áreas desocupadas o baldías, se instalan la Maestranza de Talleres de Nonalco y las estaciones de Colonia y Buenavista.

Al principio hay una red urbana de ferrocarril, cuyos vagones eran tirados por mulas. Posteriormente fueron electrificados y son realmente los pioneros de la moderna red del transporte colectivo.

Con el advenimiento de la electricidad, la ciudad se cubrió de una complicada y fea red de postes y alambres eléctricos, que aún no ha sido posible ocultar o hacer bella.

A cada adelanto tecnológico, la ciudad respondía adaptándose a las nuevas circunstancias dentro de las limitaciones de espacio que le imponía el tamaño de su área y ancho de sus calles.

Para satisfacer necesidades suntuarias y políticas, se había creado un amplio "Boullavand", que comunicaba el Castillo de Chapultepec con la Ciudad de México, que en su tiempo recibió el nombre de Paseo de la Emperatriz y actualmente el de Paseo de la Reforma. Pero fuera de esta obra suntuaria, la Ciudad se conservaba dentro de sus límites coloniales.

Los Ferrocarriles Nacionales de México se iniciaron el 1º de enero de 1873 con 420 Km. de longitud, entre México y Veracruz, México y Balsas, Gro., y en 1884 el de ciudad Juárez. Fué así como surgió el centro ferroviario en Buenavista. En esa fecha la población era de 200,000 habitantes. Las primeras calles adecuadas se hacen en 1891.

Las nuevas vías férreas de los Ferrocarriles Central, Nacional y Mexicano que comunicaban la Ciudad Capital con las costas y el norte del país hicieron necesario el establecimiento de nuevas instalaciones de almacenaje y distribución de productos perecederos como el pulque y la leche, que sólo con el ferrocarril pudieron tener acceso económico a la Capital.

La mayor parte de las antiguas calzadas prehispánicas se siguieron utilizando en la colonia y la primera etapa del México Independiente; pero fueron insuficientes a finales del siglo XIX.

Con motivo de varias obras de remodelación urbana y especialmente las relacionadas con las fiestas del centenario de la Independencia, varias calles fueron ampliadas y aparecieron edificios como el de Correos, Telégrafos, Teatro Nacional, etc. Surgieron "colonias de todo tipo", desde las aristócratas llamadas Juárez, San Rafael, Sta. Ma. la Ribera, etc., hasta las algo modestas de Sta. María la Redonda, o las que surgieron cerca del moderno penal de la Plaza de Lecumberri (hoy archivo general de la Nación).

Con el surgimiento en la Villa de Tacubaya de casas de descanso de la Alta Aristocracia Capitalina, de complejos fabriles y del Cementerio Civil de Dolores, se estableció una red de tranvías eléctricos que llegaba hasta la población de Tizapán, en la actual Delegación de Villa Alvaro Obregón. Esta red electrificada substituía el antiguo ferrocarril del Valle, que llegaba hasta un poco adelante de la población de Mixcoac, por donde pasa la línea 7 del Metro.

Por el otro lado de la ciudad, la vieja calzada de Iztapalapa (hoy de Tlalpan), era servida por una línea de tranvías que llegaba a Coyoacán, Xochimilco y Tlalpan.

Por la vieja calzada de Tlacopan corrían tranvías eléctricos, que pasaban por el conocido Puente de Alvarado, la Ribera de San Cosme (ignorando a San Damián), la Casa de los Mascarones, las Colonias Sta. María y San Rafael, para llegar a la antigua escuela de Agricultura y el Colegio Militar. Al llegar a Popotla y Tacuba, corría por calles angostas y de ahí se dirigía hacia el antiguo Atzacapotzalco, con su moderna refinería de petróleo, o a los modernos Panteones Español, Alemán, etc.

La Calzada de Tepeyac o de los Misterios, fue utilizada para instalar las vías del ferrocarril mexicano. Por ello, fue necesario instalar paralelamente una vía electrificada que unía la Basílica de Guadalupe con el Centro de la Ciudad, siguiendo a partir de la Garita de Peralvillo, la ruta de las dos calzadas prehispánicas que corrían por las calles de Peralvillo, Rep. de Brasil, Jesús Carranza, Rep. de Argentina, etc.

Especial mención merece el primer ferrocarril establecido en la ciudad de México, que corría hasta la Villa de Guadalupe.

La Calzada de Nonohualco (Nonoalco) quedó relegada, lo mismo que la de Tenayucan (Vallejo) a un segundo o tercer término y utilizadas sólo para transporte menor o zonal. Por ello no fueron utilizadas para instalar tranvías eléctricos.

En el caso de la Calzada de Nonoalco, se siguió utilizando como tal, pero paralelamente se instaló una vía de ferrocarril que salía de Buenavista y llegaba a Tacuba, para después proseguir rumbo a Cuernavaca, Toluca, y al Centro y Norte del País.

Hay que hacer mención que aún, cuando poco conspicuos, los transportes acuáticos fueron muy importantes, no tan sólo en la época prehispánica y la colonial, sino que también en el siglo XIX y principios del XX. Los canales como el de la Viga eran vitales para el abasto de víveres para la ciudad. Hay la constancia de una línea de vapores que hacían servicio entre la Ciudad de México y el Lago de Chalco.

Especial énfasis merecen también las líneas férreas que salían de la parte Norte de la ciudad, como el Ferrocarril Central de Hidalgo y los ferrocarriles que partían de la Estación de San Lázaro, situada en donde estuvieran los antiguos embarcaderos a Texcoco y las Atarazanas de Cortés.

Hay que mencionar también el autovía que comunicaba la Ciudad de México, con las poblaciones industriales de San Rafael, Edo. de México (en las faldas de la Iztaccihuatl) Amecameca y Atlixco, Puebla.

En 1895 se realizó el primer censo de población en el que se registró una cifra de 427,000 habitantes en el Distrito Federal en una superficie de 1,200 Km². La era automotriz se inició tres años después con la llegada del primer automóvil a la ciudad de México.

El establecimiento del sistema de transportes eléctricos en 1900, significó un importante paso en el transporte masivo de pasajeros, al que se debe en mucho la vitalidad de nuestra urbe en nuestros días. En ese año se establecieron los límites del Distrito Federal, que perduran hasta la fecha, con una superficie total de 1,483 Km².

De 1910 a 1920, el número de habitantes en la capital se mantuvo prácticamente constante a la etapa revolucionaria que paralizó nuevamente el desarrollo económico nacional y, por lo mismo, el de la Ciudad de México.

Las primeras líneas de "camiones" fueron puestas en servicio alrededor de 1915 y 1917.

El desarrollo propiciado a partir de 1917 con la proclamación de la nueva Constitución, marcó un período de recuperación en el país y el desarrollo nacional en todos los órdenes. Este desarrollo se significó especialmente en nuestra capital con el uso del automóvil, ya que en 1925 había en ella 21,200.

La mayor velocidad, capacidad y flexibilidad del automóvil hizo crecer el territorio de la ciudad.

Cuando en 1930 la población superó el millón de habitantes, su crecimiento se realizó en proporción geométrica, incrementándose de igual forma a los problemas urbanos.

Las antiguas avenidas, construidas en la época Prehispánica, Colonial e Independiente: Av. Chapultecpc, Bucareli, Paseo de la Reforma, 5 de Mayo, etc., y las nuevas arterias de circulación, Alvaro Obregón, Insurgentes, Revolución, 20 de Noviembre, Melchor Ocampo, Cuauhtémoc y Baja California, entre otras, casi siempre ubicadas sobre anteriores derechos de vía de las líneas de tranvías o sobre ríos entubados, se complementaron entre sí, para recibir el aumento constante del número de vehículos.

La población creció de 1930 a 1940, según el censo de esta última fecha, a 1,760,000 habitantes, y la mancha urbana a 92 Km². La demanda de agua potable se solucionó por medio de pozos artesianos, siendo éste el inicio de la explotación intensiva de los acuíferos profundos, acelerando la consolidación de las arcillas del subsuelo, provocando hundimientos que serían de alarmantes consecuencias posteriores.

La reforma agraria y la nacionalización del petróleo fueron dos sucesos de gran importancia nacional en el aspecto político y social que acontecieron en esa década.

El gran impulso a las obras públicas como son: escuelas, edificios públicos, habitación popular, hospitales y la creación del Seguro Social se dieron también en esta época.

En 1946 aparecieron las primeras industrias al norte de la ciudad, en: la Industrial Vallejo en el Distrito Federal y en Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan en el Edo. de México, provocando el crecimiento de la red vial para conectar la ciudad con estos lugares, dando lugar a las primeras manifestaciones de "conurbación".

La Ciudad Universitaria, generaría también importante crecimiento hacia el sur, surgiendo nuevas avenidas: División del Norte, Tasqueña, Av. Universidad, Río Mixcoac, Cuitlahuac, etc. Asimismo se iniciarían los estudios para el viaducto Miguel Alemán, la primera vía rápida.

También por el año 1948 la extracción de agua del subsuelo, alcanzó los volúmenes máximos, dando como consecuencia que los hundimientos llegaran a 40 cm. por año, ocho veces más que a principios de siglo.

El crecimiento demográfico adquirió considerables proporciones, alcanzando una tasa de incremento superior al 5% entre los años 1950 a 1964, convirtiéndose así en el período más importante después de la revolución.

La población llegó en 1950 a 3,100,000 habitantes, y en 1964 superó los 6,000,000 duplicándose en 14 años, al mismo tiempo que el área urbana aumentó de 200 Km² a 320 Km² en el mismo periodo, y el número de vehículos automotores de 130,000 a 450,000, ó sea 3.5 veces. Esto creó grandes problemas de tránsito, reflejados en serios congestionamientos.

Para solucionar los embotellamientos, las autoridades del D.D.F., construyeron tres vías rápidas de circulación continua: Viaducto Miguel Alemán, el Anillo Periférico y la Calzada de Tlalpan, destinados principalmente al tránsito de automóviles, por lo que el transporte masivo no tuvo ningún adelanto; únicamente el derecho de vía para la circulación de tranvías significó algo en favor del transporte colectivo.

Con la idea de evitar el crecimiento desmesurado en la ciudad, las autoridades prohibieron toda clase de nuevas urbanizaciones, lo que tuvo como resultado la creación de zonas clandestinas de habitación, aparición de fraccionamientos en los límites con el Estado de México, como el llamado Ciudad Satélite; pero usando las instalaciones municipales de la ciudad. Esto agravó los problemas de tránsito por falta de vías de acceso adecuadas a estas zonas, que tuvieron que recibir el gran volumen de vehículos que estos nuevos asentamientos humanos sin planeación alguna originaron.

Como resultado del crecimiento anárquico, en 1965 nos encontramos con que el uso irracional del suelo, la desordenada distribución de los centros habitacionales, comerciales e industriales y de otras actividades, obligaba a los habitantes de la capital a realizar grandes recorridos en todas direcciones, en una superficie de 372 Km² limitada por el proyecto del Anillo Periférico y con longitudes máximas de 25 Km de norte a sur y de 20 Km de oriente a poniente.

La población, que en ese año ascendía a 6,330,000 habitantes y más de un millón en las zonas periféricas, demostró que la tasa de crecimiento demográfico ya superaba al 5% anual.

Se pronosticó en base a esas estadísticas, que la población para 1970 llegaría a los 7 millones en la ciudad y 2 más en las zonas perimetrales: Ciudad Satélite, Colonias al Norte y Noroeste, Ciudad Netzahuacoyotl al Oriente y Colonias en el Vaso de Texcoco.

Según registro de la Dirección de Tránsito, había en 1965, 309,710 vehículos, el 80% de los cuales circulaban diariamente por la ciudad; 247,809 vehículos transportaban a 8,383,120 pasajeros por día, además de los transportes de carga, camionetas, remolques, bicicletas y motocicletas, cuyo número ascendía a 450,000.

El 76% de la población se transportaba en medios masivos y el 24% en taxis y vehículos particulares.

Por la zona céntrica de la ciudad, circulaban 4,000 unidades de transporte urbano correspondientes a 65 de las 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos, además de 150,000 automóviles que acudían al centro y se estacionaban en las calles; sumándose a todo lo anterior el hecho de que el 40% del total de viajes diarios en la ciudad se realizaban en esta área, originando que la velocidad de autobuses y tranvías en algunas horas, fuera menor a la de los peatones. Se calculó que cuatro millones de horas-hombre se usaban en exceso por día en el transporte; se detectó también en las entradas a la ciudad el número de autobuses de pasajeros suburbanos y foráneos de todas clases que entraban y salían, así como las horas de mayor afluencia.

14,352 autobuses suburbanos y foráneos transportaban a 539,060 pasajeros entrando por el noroeste a través de la carretera de Querétaro, por el norte de Pachuca, por el suroeste desde Toluca, por el sur desde Cuernavaca, y por el oriente desde Puebla. La hora de mayor movimiento era de las 18 a las 19 hrs. Los cálculos indicaron que para mover 39,550 pasajeros circulaban 967 autobuses, de entrada y salida.

La red vial de la Ciudad de México en 1965, estaba formada por una cantidad considerable de avenidas importantes, tres arterias de tránsito rápido: el Viaducto, el Periférico y la Calzada de Tlalpan, así como numerosos pasos a desnivel para la solución local de problemas viales, aunque muchas de estas avenidas carecían y carecen aún de continuidad en uno de sus extremos, principalmente las que llegaban al centro de la ciudad.

Las soluciones adaptadas a la Ciudad de México, semejantes a las de otras grandes urbes principalmente encausadas al tránsito de automóviles demostraron:

- a) Que las vías rápidas no son útiles para resolver el problema del transporte masivo.
- b) Que el aumento de transportes sin planeación, sólo agrava los problemas de tránsito, las pérdidas de tiempo, el desgaste excesivo de los vehículos, aumentando también los problemas de contaminación.

Por todo lo descrito anteriormente se deduce que la zona centro de la Ciudad de México, había sido tradicionalmente la más conflictiva en cuanto al problema del tránsito de vehículos se refiere, fundamentalmente por las siguientes consideraciones:

- a) Es el lugar donde se asientan los poderes del gobierno federal.
- b) Ha sido tradicionalmente centro de las actividades comerciales de la ciudad.
- c) La falta de planeación adecuada en los sistemas de transportación provocaba que el 75% de los autobuses y otros transportes colectivos transitaran por el primer cuadro de la ciudad.

Asimismo, el problema de transportación colectiva en la Ciudad de México se incrementaba cada día por:

- a) El crecimiento desmesurado de la ciudad, provocado por el aumento demográfico de la población.
- b) La demanda excesiva de transporte, debido principalmente por la falta de zonificación y planeación adecuada de la ciudad y zonas vecinas.
- c) Falta de coordinación entre los diferentes medios de transporte, lo que ocasionaba transbordos y competencias innecesarias.
- d) Equipos obsoletos que proporcionaban un servicio lento, incómodo e ineficiente.
- e) Falta de continuidad en muchas avenidas y calles importantes.
- f) Localización inadecuada de terminales de todo tipo de transportes.

Ante estas consideraciones, resultaba evidente que la solución fundamental para el transporte masivo de pasajeros, no podía estar orientada hacia el núcleo central de la ciudad y sus principales zonas congestionadas, a base de sistemas de superficie.

Por este motivo y dentro de una planeación racional, se vio la conveniencia de construir el Metro para que constituyera la columna vertebral de un sistema de transporte. Esto sucedió a partir del año de 1965, en que se inician los primeros estudios para construir este sistema que es el más seguro, eficiente y comfortable, respecto a cualquier otro sistema de transportación colectiva.

La red del sistema de transporte colectivo y los ejes viales de la Ciudad de México, tienen semejanza con la de las antiguas vías de comunicación de la Gran Tenochtitlan, tanto en su trazo como en su propósito fundamental: comunicar de forma eficiente a los sitios y espacios para el desarrollo integral de los habitantes.

1.2 Origen del Sistema de Transporte Colectivo. La historia de la construcción del Metro de la capital mexicana puede resumirse en pocas palabras; en 19 años se han construido y puesto en servicio 7 líneas.

El tiempo transcurrido entre la decisión de abordar el problema de transporte colectivo rápido mediante la creación del organismo adecuado, el Sistema de Transporte Colectivo (Metro), y la iniciación de las obras fue igualmente breve: sólo pasaron 50 días entre el acuerdo y el comienzo con que el Regente de la ciudad iniciaba oficialmente los complejos e importantes trabajos.

Las fechas correspondientes que representan la creación del México moderno, fueron las siguientes:

1. Aparición en el Diario Oficial del Decreto de creación del Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C.) para construir, operar y explotar un tren rápido, con recorrido subterráneo, superficial y aéreo, para el transporte colectivo en el Distrito Federal: 29 de abril de 1967.
2. Iniciación de obras: 19 de junio de 1967.
3. Inauguración de la línea 1 (Zaragoza-Chapultepec) con 11.5 Km de extensión y 16 estaciones de servicio: 5 de septiembre de 1969.

Para la realización de este trabajo, se contó con la colaboración de firmas nacionales como Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S.A., y extranjeras como la Societé Generale de Traction et d'Exploitation, de Paris y la Societe Francaise d'Etudes de Realisations de Transports Urbains también de Paris, viéndose complementado este trabajo con contratos de ejecución de obras suscritas con diez compañías mexicanas, las que a su vez habrían de colaborar como subcontratistas, varias empresas nacionales.

En el aspecto financiero se contó igualmente con la colaboración decidida del gobierno y la banca francesa.

Como se podrá ver es tan evidente la necesidad del Metro -que consta de una longitud de 105.8 Km en 7 líneas, transportando a 4.5 millones de pasajeros en promedio diario y trabajando en proyectos para la elaboración de nuevas líneas y ampliación de las ya establecidas- cuyo buen funcionamiento constituye una aportación decisiva a la solución de problemas como los que representan la congestión de automóviles, la lentitud de tráfico y la contaminación atmosférica, y sobre todo la necesidad de brindar un sistema de transporte colectivo urbano adecuado a las necesidades de los ciudadanos.

2. OBJETIVO A SEGUIR: LA SEGURIDAD

2.1 La Seguridad. Para el buen funcionamiento de una línea o una red de varias líneas del Metro, es importante determinar las principales características generales de operación de la línea o la red correspondiente. Se puede generalizar que los objetivos de la operación de una línea del Metro son comunes a todas las redes de transporte cualesquiera que sean, siendo éstos los siguientes:

- La Seguridad
- La Regulación
- El Confort
- La Rapidez
- El Costo

La noción de seguridad, reviste una gran importancia para una red de transporte donde se presentan grandes concentraciones de viajeros, tanto en trenes como estaciones, entendiéndose que el factor de seguridad es una de las preocupaciones centrales; por lo tanto el desarrollo del presente trabajo se concentrará en la seguridad, específicamente el calcular el deslizamiento máximo que puede efectuar un tren al franquear cualquier señal al rojo que se encuentre a lo largo de la línea y con base en este cálculo poder implantar la siguiente señal a esta distancia mínima o posteriormente si así se requiere, pero nunca dentro de este intervalo de seguridad ya que se podría producir una colisión entre dos trenes.

Para esto se desarrollará un programa en lenguaje Fortran IV que calcule dicho deslizamiento, siendo éste el objetivo a seguir.

Por ahora veamos el conjunto de precauciones que inciden y protegen al usuario del Metro desde el momento en que los pasajeros aborden un tren. Ha sonado un zumbador; las puertas se cierran automáticamente y el tren se pone en movimiento. En breves momentos ha alcanzado la velocidad máxima autorizada para el trayecto, ya que en el caso de nuestro Metro puede llegar a ser de 75 Km/h.

Determinar esta velocidad no corresponde al conductor. Mediante cálculos y pruebas realizadas antes de iniciar el servicio, se fijó el límite máximo de velocidad permitida en cada tramo, teniendo en cuenta factores tales como la distancia a recorrer, las curvas presentes en el trayecto y las pendientes de la línea. Las velocidades permitidas aparecen indicadas a lo largo de la línea. Ya está lanzado el tren a una velocidad que puede ser de 75 Km/h. En los momentos de máxima ocupación, 1,800 personas ocupan los 9 carros que forman el convoy que tiene casi 150 m. de longitud y su peso total incluida la carga humana es superior a 350 toneladas, el conductor dependiendo del modo de conducción que utilice (los modos de conducción se verán más adelante) puede o no regular la velocidad del tren mediante una palanca a la que hace girar, pero además y simultáneamente debe tener levantado con sus dedos un anillo situado bajo la manija de marcha que se llama anillo de hombre muerto.

Si por cualquier causa, un desmayo por ejemplo, el conductor suelta este anillo, el tren se parará, a pesar de que la palanca de velocidades esté en posición de marcha.

Los indicadores de velocidad son dobles y entre ambos existe la distancia necesaria para que el conductor obedezca la orden en caso de que él regule la velocidad. Si tal obediencia no se produce y el convoy pasa frente a la segunda señal a una velocidad excesiva (2 Km/h arriba del umbral establecido), el tren se detiene automáticamente.

Existe un cable piloto situado a lo largo de la vía que recibe impulsos cuya frecuencia guarda relación con la velocidad del convoy, impulsos que compara con los que recorren el propio cable piloto, y la cual varía según las características del tramo de vía de que se trate. Si la frecuencia de los impulsos que genera el tren es igual o inferior a los que recorren aquel tramo del cable piloto no ocurre nada, pero si son superiores, lo que indica que la velocidad es excesiva, el tren se detiene automáticamente. En caso de que el hilo piloto sufra una avería y desaparece por ello la posibilidad de comparar sus pulsos con los que genera el tren, éste se detiene automáticamente hasta que la avería se investiga y corrige.

Todo tren en movimiento ó estacionado, debe estar protegido contra los alcances de un tren que le preceda, mediante señales al rojo que se encienden automáticamente a su paso. Dos señales al rojo quedan así encendidas detrás de cada tren a lo que se le llama sección tapón. A medida que éste avanza se apaga la más lejana y se enciende otra nueva. La distancia entre dos señales al rojo debe ser la suficiente, para que pueda detenerse un tren aunque vaya a plena carga y al máximo de velocidad.

El conductor de un tren que sigue a otro está obligado a respetar, es decir, a no franquear las señales rojas, deteniendo su convoy, pero si no lo hace voluntariamente, el cable piloto lo obliga a ello y el tren se detiene efectuando un deslizamiento que es el parámetro de la seguridad que nos interesa.



PUNTO NORMAL DE PARO



FRANQUEAMIENTO DE LA SEÑAL AL ROJO
EN DONDE INMEDIATAMENTE SE ACTIVA EL
FRENADO DE URGENCIA

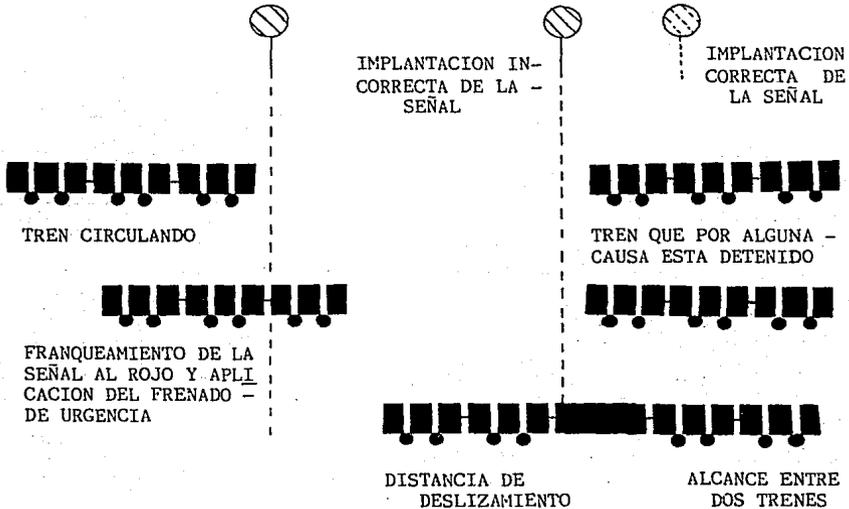


DISTANCIA MINIMA ENTRE
DOS SEÑALES



SECCION TAPON

En caso de no calcular bien esta distancia se tendría:



Todas las anteriores precauciones se traducen en una necesidad que es su consecuencia: la de que el tren se detenga. Esta se logra en 2 etapas: la primera consiste en cortar la energía que hace girar los motores de tracción eléctricos y la segunda en aplicar frenos que reduzcan la velocidad adquirida y detengan totalmente el convoy. Para lograrlo cuenta el conductor (si éste está disponible) ó el sistema automático (si aquel no lo está), con dos procedimientos de frenado: uno eléctrico basado en la reversibilidad de las máquinas eléctricas, propiedad que permite a un motor (consumidor de energía) convertirse en generador (creador de energía) siendo esta energía creada utilizada para el frenado; y un sistema de frenado neumático cuya acción se realiza mediante zapatas de madera que actúan sobre las ruedas de acero. En previsión de una avería en este sistema se cuenta con tanques de aire comprimido de reserva.

Los dos sistemas de frenado, neumático y eléctrico, se utilizan en forma independiente, escalonada ó conjunta, según sean las necesidades.

Dada una breve reseña de riesgos y soluciones considerando el tren y sus servidores como una entidad con capacidad para adoptar decisiones, obedeciendo las señales y con capacidad para desconocerlas, en cuyo momento entran en juego dispositivos automáticos que detienen el convoy que por una u otra causa puede éste correr riesgos, tanto si éstos le afectan a él solamente o si afectan a otro convoy ocasionando una colisión, se proseguirá a dar un panorama general de lo que es una señal, un deslizamiento y los modos de conducción de un tren por los cuales se ve afectado este deslizamiento.

2.2 Señalización. El principio de la señalización, consiste en evitar que dos trenes se aproximen entre sí, circulando en el mismo sentido, a una distancia mayor permitida por la seguridad.

La señalización constituye un elemento esencial de la seguridad de la circulación de trenes, y está constituida por dos tipos: la señalización de espaciamiento y la señalización de maniobra, cuyos objetivos principales son los de evitar el alcance entre trenes que circulen sobre la misma vía.

En todas las estaciones se tiene una señal de entrada y una de salida, en las interestaciones se tendrán las señales intermedias, el número de éstas dependerá de la longitud de la interestación y del intervalo mínimo deseado para la línea; además en zonas de maniobras se tendrá la señalización de maniobras para proteger los movimientos de los trenes en zonas de aparatos de vías.

Una señal de espaciamiento está compuesta simplemente por una luz verde, otra roja acompañada por un foco piloto lateral y sus placas de identificación. Ocasionalmente, la señal está complementada con indicadores de velocidad limitada.

Si la señal de espaciamiento presenta la luz verde, el conductor está autorizado a franquearla a la velocidad máxima de circulación salvo la presencia de un indicador de velocidad limitada. Si por el contrario la luz es roja, el tren está obligado a detenerse para mantener la sección tapón (un circuito de vía libre entre dos señales al rojo).

Como el tiempo de paro de los trenes en las estaciones limita el intervalo mínimo entre trenes, la señal de entrada en algunas estaciones está compuesta de tres luces. La tercera luz es amarilla y le indica al conductor que la velocidad obligada de entrada a la estación, es de 15 km/h., salvo la presencia de un indicador de velocidad autorizada que permita velocidades mayores.

Una señal de maniobra está compuesta de tres luces en zonas de maniobras de vías principales y dos en la zona de maniobras de la terminal,--foco piloto, indicadores de velocidad autorizada y de dirección.

La luz verde y la luz amarilla significan la autorización de movimientos, teniendo el mismo significado que la autorización de espaciamiento; sin embargo la luz roja adquiere un significado adicional al estar acompañada del foco piloto. Esto es, si el foco piloto está encendido, el alto que presenta la señal es de espaciamiento. Si el foco piloto está apagado, la señal roja está protegiendo la maniobra de otro tren (alto absoluto) o bien indica que el movimiento no está establecido.

En conclusión, dos señales sucesivas están separadas por una distancia mínima mayor o igual a la distancia de seguridad calculada en base a la velocidad máxima autorizada en el tren. La implantación de la señalización ha sido realizada de tal manera que reafirma la seguridad para todos los mandos de conducción.

2.3 Modos de Conducción.

Las líneas del Metro de México así como los trenes que la circulan son provistos de equipos que permiten la conducción de estos trenes en diferentes modos.

El orden de estos modos de conducción es en base a la degradación de la marcha del tren en cuanto a la seguridad; éstos son:

- Pilotaje Automático (PA)
- Conducción Manual Controlada (CMC)
- Conducción Manual Limitada (CML)

En caso de indisponibilidad de estos equipos, la conducción de los trenes está asegurada en:

- Conducción Manual Restringida (CMR)
- Conducción Manual Libre Limitada al Cran de Tracción 2 (CLT2)

A continuación se hará una breve descripción del funcionamiento de - estos modos de conducción. El equipo del P.A. asegura el arranque del - tren, la marcha entre las estaciones, el paro de un tren ante estación y la apertura de puertas que deben hacer el servicio; este equipo asegura también el respeto a los límites de velocidad y espaciamiento entre - trenes.

El pilotaje automático comandado en la línea garantiza la seguridad - en todas las acciones del conductor y asegura una regulación de la mar- cha del tren que es aprovechable para la estabilidad de la explotación - de la línea.

El pilotaje automático está comprendido por:

- Una parte fija sobre la vía que permite identificar en cada punto la velocidad instantánea autorizada. La seguridad del funcionamiento - exige la utilización de un dispositivo que está emitiendo constantemente esta información.

- Una parte instalada en el tren, en la cual se registran y se captan las señales que provienen del dispositivo a la vía en donde se da la in- terpretación y traducción de órdenes que se transmiten a los equipos de tracción y de frenado.

La unión entre estas dos partes es permanente; toda interrupción de esta unión produce un paro inmediato del tren.

- Se anexa una parte constituida por un dispositivo auxiliar ins- talado en la estación, destinada a transmitir a los trenes las órdenes - relativas a la operación ligada a la llegada ó partida de trenes.

El principio del pilotaje automático es el siguiente::

La información que proviene de los equipos del P.A. a la vía define - la velocidad instantánea ordenada a un tren; si la velocidad de éste es superior a la indicada una orden de frenado es dada, de lo contrario, si la velocidad es inferior será dada una orden de tracción.

La información transmitida a un tren no puede ser utilizada por otro tren que se encuentre sobre la misma zona de transmisión de información. La velocidad comandada a los trenes puede ser modulada interestación por interestación.

En conclusión el P.A. es un sistema automatizado, el cual tiene como objetivo mejorar y optimizar la circulación de los trenes con un máximo de seguridad, además de automatizar la marcha de los mismos, confiado a los equipos de ejecución de funciones repetitivas, lo que permite contro- lar la velocidad del tren sobre el valor requerido con lo cual se evita la influencia de la carga en el tren, en el confort y precisión al dete- nerse en el punto normal de paro.

Los trenes circulan habitualmente en P.A. Dentro de este modo de con- ducción la acción del conductor es limitada después de haber recibido - la autorización de una orden de salida del tren. El tren circula ahora automáticamente hasta la estación siguiente respetando los límites de ve- locidad y la señalización, solo le corresponde al conductor accionar el

arillo de hombre muerto y también preparar la apertura de las puertas y posteriormente el cierre de las mismas. El paro del tren por este modo de conducción está enteramente sujeta a la automatización.

La acción del conductor en lo que concierne al frenado y tracción es nula. En caso de que sea imposible este modo de conducción, los trenes pueden circular en C.M.C.; dentro de este modo el conductor puede dar tracción o frenado según lo considere, pero si la velocidad del tren es superior a la indicada por el P.A., el sistema de control del pilotaje automático para automáticamente ya que este modo usa los mismos mecanismos que el modo P.A.

Se puede decir que en éstos modos de conducción el paro de los trenes depende enteramente de la automatización sea cual fuere el error que pudiera cometer el conductor.

En caso de que no se pueda partir con los equipos de pilotaje automático se puede recurrir a la:

- Conducción manual limitada que es un modo de conducción que recibe una señal que proviene de la instalación fija del P.A. permitiendo la circulación de los trenes a 50 Km/h (caso general), 25 Km/h (zona de maniobras, acercamiento a ciertas señales, entrada permisiva a alguna estación cuando esté la señal en amarillo, etc.) o a 15 Km/h (talleres o garage en donde no existe P.A.).

- Conducción Manual Restringida, que permite la circulación de trenes a 35 Km/h sin paro automático.

- Conducción limitada al Can de Tracción 2 cuyo límite máximo de velocidad es a 36 Km/h.

La conducción en C.M.R. y C.L.T.2 limitan la seguridad dado que el tren puede franquear una señal al rojo sin ejecutar ninguna orden de frenado; sin embargo al dejar de accionar el arillo de hombre muerto dentro de un lapso de 3 seg. el tren se detiene automáticamente. Estos modos de conducción se utilizan excepcionalmente y solo cuando se ha perdido toda información procedente de la vía es decir en zonas no equipadas por el sistema de Pilotaje Automático.

2.4 El Deslizamiento.

Cuando ocurre una avería en el sistema de P.A. ó del conductor (cuando no está en funcionamiento el sistema o en zonas que no existe P.A.) que ocasione el franqueamiento de una señal al rojo, es decir que el punto de paro del tren sea más allá del punto normal de paro, necesariamente se desencadena la seguridad dinámica debido a una detección de sobrevelocidad originando esta detección una aplicación del frenado de urgencia.

A continuación se desarrollará de una manera breve como se determina esta detección de sobrevelocidad.

El sistema de P.A. trabaja con base en una transmisión de frecuencias desde la vía hasta los equipos que existen en el tren por medio de un cable programa que está inscrito en la vía. Dicho programa está constituido por una serie de secuencias de longitud l tal que $l = Vc \times TB$. $TB=300$ ms. (tiempo base). $Vc=$ Velocidad de consigna.

Estas secuencias son uniformemente crecientes ó decrecientes dependiendo si se trata de comandar al tren un grado de tracción o frenado respectivamente.

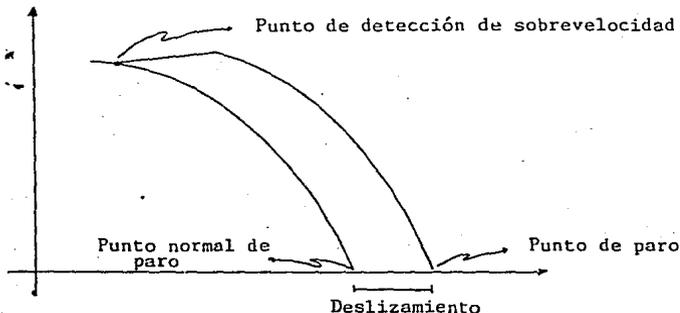
El tren por medio de la parte embarcada del P.A. establece su marcha en relación a la longitud de dichas secuencias, es decir entre más grande sea la longitud de éstas, mayor será la velocidad del tren.

Con base en estas longitudes se hace una comparación entre la velocidad real del tren y la velocidad programada ó de consigna, trayendo consigo ésto la comparación entre los tiempos de recorrido del tren y el tiempo base.

El resultado de esta comparación permite al sistema de P.A. transmitir órdenes de frenado o de tracción (tiempo real mayor que tiempo base se comanda tracción, tiempo real menor que tiempo base se comanda frenado). Hecha ésta comparación continuamente y cuando el tren se va aproximando a su punto normal de paro (señal al rojo), éste debe de ir disminuyendo su velocidad, ya que antes de este punto se encuentra el programa que comanda el paro del tren (este paro sucede debido a la comparación antes mencionada).

En caso de que alguna avería pudiera provocar una ineficiencia de frenado ó un bloqueo tracción y el tren no se parara en su punto normal de paro, se detecta por medio del sistema de P.A. que la velocidad instantánea del tren es superior a la velocidad programada, efectuándose así una detección de sobrevelocidad.

Una vez detectada esta sobrevelocidad se realiza un frenado de urgencia, efectuándose con ésto un deslizamiento.



El deslizamiento es la longitud máxima posible que efectúa el tren desde el momento que rebasa el punto normal de paro, hasta el paro total del tren.

Este conjunto de deslizamientos se calcularán solamente para el Piloteaje Automático y la Conducción Manual Controlada ya que son los dos únicos modos de conducción que presentan todo un umbral de velocidades. (Deslizamiento en C.N.C. = Deslizamiento en P.A. + 14 m).

Conociendo las características del material rodante del sistema de P.A. y del perfil de la línea, es posible calcular con toda precisión dichos deslizamientos.

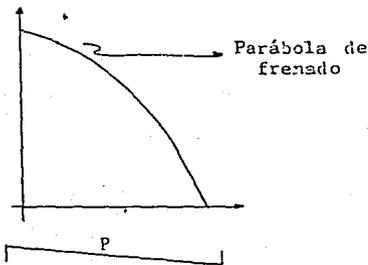
Las hipótesis a tomar en cuenta en éste calculo son como se mencionó anteriormente;

- Ineficiencia de frenado en donde se considera que los frenos son inactivos y el tren está sometido simplemente al efecto de la fuerza de gravedad dado el perfil de la vía, y
- Bloqueo tracción en donde se considera que los motores son todos activos y que la aceleración es máxima.

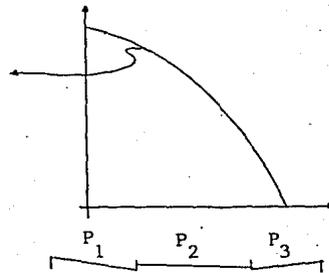
En el momento que el frenado de urgencia es mandado, se considera que se efectuó un retardo ΔT durante el cual el esfuerzo de frenado es considerado nulo, antes de obtener la eficacia caracterizada por la desaceleración de urgencia. El valor de es garantizada por el material rodante.

Método de calculo del deslizamiento.

Para éste calculo se tienen 2 casos: cuando el perfil es constante y cuando el perfil es variable.



Perfil constante



Perfil variado

Perfil Constante.

Para realizar los cálculos se tienen que analizar las dos hipótesis por lo tanto tenemos para:

- Ineficiencia de frenado.

Se considera que el tren tiene una sobrevelocidad a partir de una velocidad VA. El lugar de puntos representativos de el origen de una sobrevelocidad es la parábola de detección, afin a la parábola programa y a la desaceleración γ SDF tal que

$$\gamma \text{SDF} = K' F \gamma \quad \text{en donde } K_F = \frac{TB}{TI_F}$$

$$TI = 197 \text{ ms.}$$

γ = Desaceleración programa

A partir de un punto cualquiera A de la parábola de detección, la aceleración del tren se mantiene pendiente al tiempo TRFU (desaceleración mas tiempo de respuesta de frenado de urgencia). Al principio de un tiempo determinado, la desaceleración del tren es $\gamma + P$ que se mantiene hasta el punto de paro, en donde P es la desaceleración debida al perfil de la vía.

Se puede así calcular la distancia de paro total DF, así como la distancia de paro normal d_N ; el rebase de punto de paro estará dado por

$$DEP_F (VA) = D_F (VA) - d_N (VA)$$

Se repite este calculo a todo lo largo de la parábola, haciendo variar la velocidad VA desde cero hasta la velocidad límite VREAC tal que: $VREAC = V_p \times K_F$

El deslizamiento máximo en frenado DEP_{FM} será el mayor de todos los $DEP_F (VA)$

Bloqueo tracción.

Se define una parábola de detección en tracción, afin a la parábola programa y de desaceleración γ SD_T tal que

$$\gamma \text{SD} = K_T^2 \quad \text{en donde } K_T = \frac{TB}{TI_T}$$

$$TB = 300 \text{ ms.}$$

$$TI_T = 255 \text{ ms.}$$

A partir de un punto B de la parábola de detección, la aceleración del tren se mantiene pendiente del tiempo $3 \times TI_T + 0.5 \times TI_T$. Al principio de este tiempo el frenado de urgencia es comandado, mediante la apertura del interrupto automático de corriente; pendiente del retardo DELT, la aceleración ($\gamma + p$) se mantiene hasta el paro.

Se calculan sucesivamente la distancia de paro total DT y la distancia de paro normal d_N ; por lo tanto el rebase estará dado por:

$$DEP_T (VB) = D_r (VB) - d_N (VB)$$

Todo este calculo se repite a lo largo de la parábola haciéndose variar la velocidad VB de cero hasta la velocidad límite VM_T tal que:

$$VM_T = V_P \times K_T$$

$$K_T = \frac{TB}{TI_T}$$

El deslizamiento máximo en tracción DEP_{Tm} es el máximo de todos los $DEP_T (VB)$ calculados.

Por último el deslizamiento máximo en total será el máximo entre el máximo en ineficiencia de frenado y bloqueo tracción, es decir:

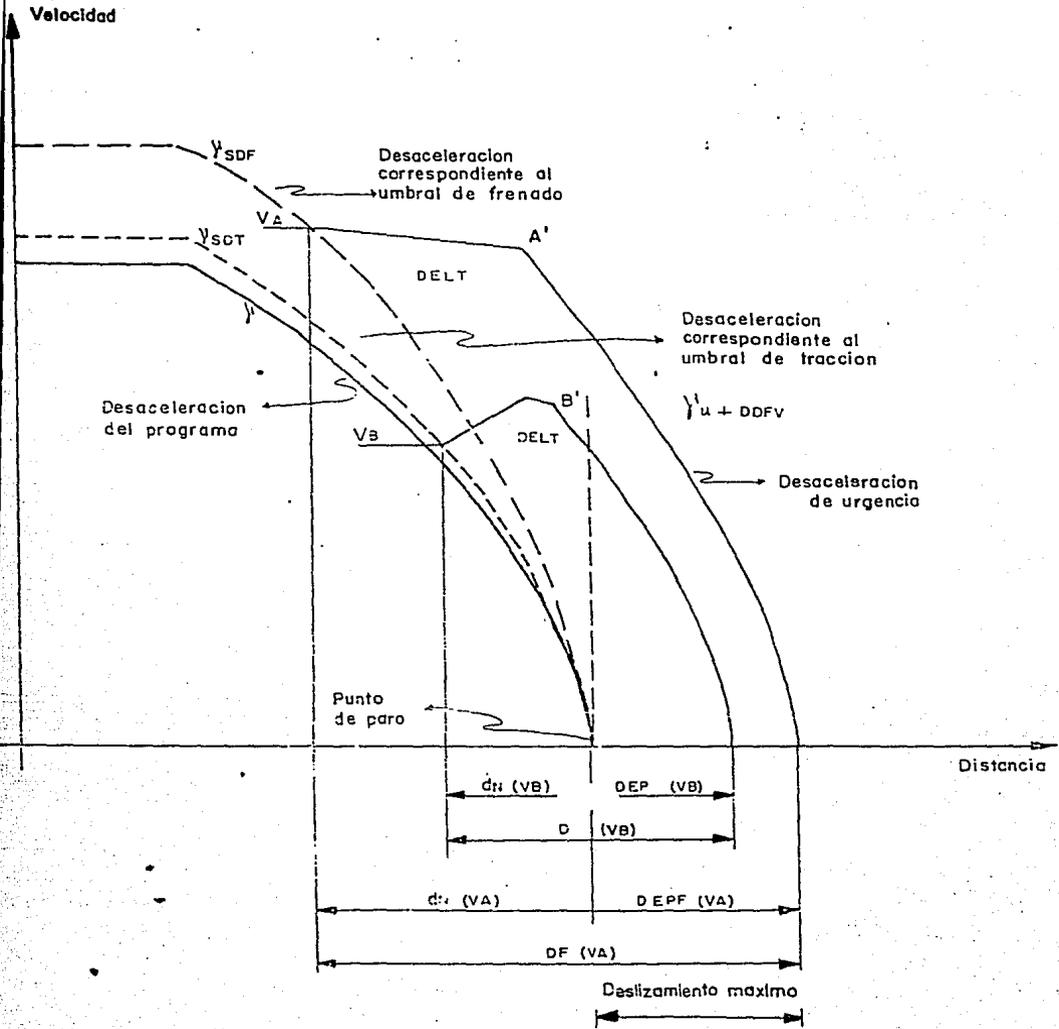
$$D = \text{Max} : (\text{max} [DEP_F (VA), DEP_T (VB)])$$

- Perfil Variable.

Para tener en cuenta el perfil real de la vía, es necesario modificar el valor de p en función de la abscisa corriente del calculo de acuerdo a la velocidad programa.

Se procede a un calculo iterativo a nivel de cada ruptura de perfil; cada zona de perfil determina una gamma de velocidad y se procede de la misma manera para el perfil adyacente que tendrá una gamma de velocidad diferente y se toma el valor máximo de todos los deslizamientos producidos que corresponden a las velocidades a lo largo de la parábola.

Más adelante en la elaboración del programa se especificará concretamente como se efectúan estos cálculos, tomando en cuenta el caso general que es el del perfil variable.



DESPLAZAMIENTO DE UN PUNTO DE PARO EN FRENADO Y TRACCION

3. TEORIA DE SISTEMAS

3.1 Enfoque de Sistemas.

La era anterior a la Primera Guerra Mundial podría caracterizarse como un periodo de análisis en la historia científica y económica. Los científicos estaban localizando los conocimientos para estudiar sus partes: los químicos analizaban la materia para encontrar nuevos elementos, los biólogos buscaban nuevas especies y los ingenieros diseñaban nuevos productos sin tomar en cuenta la integración técnica ó económica relacionada con otros productos.

Entre las dos Guerras Mundiales existe un periodo de transición gradual desde la descomposición de las cosas en sus partes, hasta ensamblarlas de nuevo.

En la época posterior a la Segunda Guerra Mundial los conceptos y aplicaciones de sistemas se desarrollaron rápidamente. De hecho si la época anterior a la Primera Guerra fué la del análisis, la posterior a la Segunda Guerra se ha convertido en la época de la síntesis sin excluir el análisis, ya que éste se ha hecho más poderoso con el constante desarrollo de las técnicas y de los instrumentos. Es el relieve para combinar los resultados del análisis en un todo lo que ha cambiado tan radicalmente.

Como cada década, y en realidad cada año, se acelera el progreso científico, esto ha producido cantidad de información tan enorme que se ha hecho necesaria una creciente especialización por parte de los científicos.

Las compañías de Transporte Urbano, Marítimo, Aéreo, Ferroviario, deben considerarse no como empresas separadas, sino como subsistemas del sistema de transportación de un país.

En forma elemental un sistema puede describirse como una serie de elementos unidos de algún modo a fin de lograr metas comunes y mutuas. Veamos algunos ejemplos:

<u>SISTENA</u>	<u>ELEMENTOS</u>	<u>META BASICA</u>
Cuerpo Humano	Organos, tejidos, estructura ósea. Sistema nervioso.	Homeostasis
Computadora	Componentes físicos y conexiones.	Procesamiento de datos.
Fábrica	Hombres, máquinas, edificios, materiales.	Producción de artículos.

Estos ejemplos muestran que los sistemas varían considerablemente en cuanto a elementos, aspecto, volumen, atributos y metas básicas, por lo tanto se necesita una definición cuidadosamente preparada:

"Un sistema es una serie de elementos que forman una actividad ó un procedimiento o plan de procesamiento que buscan una meta o metas comunes, mediante la manipulación de datos, energía o materia, en una referencia de tiempo, para proporcionar información, energía ó materia" (1)

El concepto de sistemas como un conjunto de elementos que se relacionan entre sí y con el medio, se utiliza para diversos desarrollos científicos en áreas particulares, naciendo así los diferentes enfoques de sistemas.

Con el término enfoque se hace referencia a modelos, técnicas matemáticas, información, etc., que de alguna manera tienen que ver con problemas de sistemas.

Cada enfoque aclara aspectos, propiedades y principios específicos de entre todo lo que abarca el término sistema, y sirven a propósito de índole teórica y práctica.

Existe una enorme pluralidad de enfoques.

Algunas teorías que se han desarrollado adoptando el enfoque de sistemas son:

- La Cibernética, que se basa en el principio de la realimentación ó de cadenas circulares causales, y que provee los mecanismos de búsqueda de metas y del comportamiento autocontrolado.

- La teoría de la Información, que introduce el concepto de información como una cantidad medible y que desarrolla los principios de su Transmisión.

- La teoría de Juegos, que analiza mediante un esquema matemático novedoso, la competencia racional entre dos o más antagonistas para lograr el máximo de ganancias y el mínimo de pérdida.

- La teoría de la Toma de Decisiones, que analiza tanto las elecciones racionales, basadas en el estudio de una situación dada, como sus posibles consecuencias.

El enfoque de sistemas aplicado al análisis de sistemas, consiste en la consideración del sistema como un todo con un objetivo específico, el cual debe ser definido antes de empezar dicho análisis.

El análisis viene a ser la investigación para describir al sistema, es decir, para determinar sus componentes, interrelaciones, el medio ambiente y recursos; así como la evaluación de la aportación de cada componente a la obtención del objetivo.

(1) A.C. Hopkins: "A Systematic Procedure for System Development"

3.2 Análisis de Sistemas.

El análisis de sistemas, es la separación de cualquier cosa en sus partes constitutivas, y el estudio y evaluación de éstas partes para determinar si hay mejores maneras de satisfacer las necesidades de la gerencia.

3.2.1 Razones para Empezar el Análisis de Sistemas.

El primer paso que debe dar el analista en cualquier análisis de sistemas es obtener una comprensión de las razones o propósitos para los cuales se está emprendiendo dicho análisis. Una comprensión básica puede obtenerse a través de entrevistas preliminares con las personas que solicitan o autorizan dicho análisis. Las razones fundamentales para iniciar el análisis de sistemas son las siguientes:

- 1) Resolución de Problemas. Puede ser que el sistema actual no esté funcionando como se requiere y se recurre al analista para corregir este funcionamiento deficiente; o por ejemplo, puede ser que algún departamento de la organización tengan algún problema de control de inventarios, de programación, que tiene que ser corregido o mejorado.
- 2) Nuevos Requerimientos. Una segunda razón para realizar análisis de sistemas podría ser que se hubiera impuesto a la organización un nuevo requerimiento o reglamento. Este requerimiento bien pudiera ser una nueva ley, una nueva práctica contable ó un nuevo servicio o producto de la organización. Independientemente de lo que ocasione el nuevo requerimiento, el análisis de sistemas determinará las modificaciones necesarias ó adiciones al sistema de información que se requieren para ayudar a la organización.
- 3) Puesta en Práctica de una Nueva Idea ó Tecnología. Una tercera razón para realizar el análisis de sistemas podría surgir del deseo de poner en práctica una nueva idea ó una nueva pieza de tecnología ó técnica.
- 4) Mejoramiento Generalizado de los Sistemas. Finalmente el análisis de los sistemas podría ser simplemente debido al deseo de encontrar una mejor manera para realizar lo que actualmente se está elaborando. Muchos de los sistemas de procesamiento de información y datos que están actualmente en operación en las organizaciones, fueron diseñados y puestos en servicio hace muchos años. En muchos casos, las razones para el diseño de estos sistemas en una manera particular ya no son vigentes. Los objetivos generales del mejoramiento de sistemas pueden ser expresados en términos tales como reducción de costos, mejorar el servicio al cliente y mayor rapidez en la elaboración de reporte. En muchos casos, inicialmente estas razones son vagas y están definidas con poca claridad. Sin embargo el analista debe de ser cuidadoso para identificar cualquiera que sea el objetivo específico expresado por el usuario o solicitante del análisis de sistemas. Estos objetivos establecidos son una parte importante de lo que determina el alcance de la investigación.

3.2.2 Definición del Alcance del Análisis de Sistemas.

Las actividades y eventos de que consta el análisis de sistemas están en su mayor parte dirigidas a responder la pregunta: ¿Qué debe de incluir el nuevo sistema? En muchos casos ésta pregunta puede ser expresada más exactamente de la siguiente manera: ¿Qué más debe incluir el sistema existente? Para responder éstas cuestiones generales, el analista tiene que abordar muchas cuestiones específicas que conciernen: ¿Cuál es la información que se necesita? ¿Quién la necesita? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿En qué forma? ¿Cómo? ¿Dónde se origina? ¿Cómo puede ser recabada? etc.

Un criterio predominante, que en gran medida determina el alcance del análisis de sistemas, es la filosofía de sistemas adoptada por la organización.

Cualquier intento de rebasar el alcance dictado por la filosofía de sistemas de una organización particular, encontrará probablemente resistencia de la gerencia. Una situación tal no impide al analista hacer sugerencias sobre la manera de como podría mejorarse el sistema total. Además el alcance del análisis de sistemas puede tener grandes variaciones en términos de su duración, complejidad y costo. Consecuentemente dicho alcance tiene que definirse en ocasiones un poco arbitrariamente para cumplir con las restricciones de tiempo y costo. A menudo en la práctica de sistemas un analista que no logra definir adecuadamente el alcance del análisis no logrará llegar al objetivo o bien llegará pero a costa de una gran pérdida de tiempo y de dinero. Sin embargo tiene que entenderse que la presencia de objetivos limitantes ó restricciones al alcance del análisis, limitan las soluciones potenciales. Como regla, la definición inicial de propósito y alcance, así como cualesquiera objetivos y restricciones dados, están sujetos a ser redefinidos en una fecha posterior con base en las primeros estudios del análisis.

Una vez que el analista de sistemas ha realizado las entrevistas iniciales y ha determinado que el análisis deberá ser realizado, debe de comunicarse formalmente tanto al solicitante del análisis como a la propia gerencia una idea clara de lo que tiene que ser logrado y el planteamiento general para ello. Esta comunicación es denominada propuesta para conducción del análisis de sistemas.

Esta propuesta proporciona un punto de referencia que le permita al solicitante evaluar en que medida el analista ha entendido claramente lo que se desea, y además proporcionar a la gerencia del analista la oportunidad para evaluar el enfoque y la cantidad de recursos que han de ser utilizados durante el análisis.

El contenido de la propuesta debe facilitar una comprensión a fondo, así como proporcionar puntos de referencia accesibles para cuando el desarrollo real del análisis sea reportado periódicamente. En contenido la propuesta debe incluir lo siguiente:

- 1) Una definición clara y concisa de las razones para el análisis.
- 2) Una definición del alcance del análisis.
- 3) Una identificación de los datos que tendrán que ser recabados durante el análisis.
- 4) Una identificación de las fuentes potenciales donde dichos datos podrán ser recabados.
- 5) Una especificación de objetivos dados ó restricciones impuestas al análisis.
- 6) Un pronóstico de cualquier problema que se pudiera presentar durante el análisis.
- 7) Un programa tentativo para la realización del análisis.

Esta propuesta para la conducción del análisis sólo proporciona directrices. Conforme la investigación avanza, el analista puede modificar, quitar ó agregar lo que sea conveniente del plan original.

3.2.3 Fuentes de Datos de Estudio para el Análisis de Sistemas.

Existen tres fuentes de datos de estudio y son:

- 1) El sistema existente.
- 2) Otras fuentes internas.
- 3) Las fuentes externas.

1) Sistema Existente. Es verdaderamente raro que al analista se le proporcione la oportunidad de desarrollar un sistema de información a partir de cero. En la mayoría de los casos hay un sistema existente ó un subsistema que sirve a la organización. Como resultado, el analista se confronta a decisiones tales como: ¿Qué papel debe jugar el sistema antiguo con respecto al nuevo? ¿Se debe analizar el sistema antiguo? En este caso ¿Cuáles subsistemas del sistema antiguo se podrían analizar?

A menudo se emplea una gran cantidad de tiempo y dinero investigando, analizando y documentando el sistema antiguo, pero los resultados proporcionan pocos beneficios, si es que existen algunos, para el diseño del nuevo sistema.

Un examen de las ventajas y desventajas de estudiar el sistema antiguo dará pauta respecto a cuando el sistema antiguo deberá ser estudiado y en que medida. Las ventajas principales de analizar el sistema antiguo son:

- a) Efectividad del sistema actual. El estudio de sistema antiguo da la oportunidad para determinar si ese sistema es satisfactorio o si necesita modificaciones o bien si debe de ser reemplazado en su totalidad. Diseñar un nuevo sistema sin estas consideraciones podría ser comparable a comprar un nuevo carro solo porque al carro actual se le acabó la gasolina.

- b) Ideas para el diseño. Analizar el sistema antiguo, puede proporcionar una fuente inmediata de ideas para el diseño. Estas ideas incluyen lo que se está haciendo actualmente y como se está haciendo, así como cuales son las necesidades solicitadas. El analista podrá comprender la manera de como el actual sistema sirve para la toma de decisiones y también podrá averiguar cuales son las relaciones clave.
- c) Identificación de recursos. Examinar el sistema existente le permite al analista identificar aquellos recursos disponibles para el nuevo sistema ó subsistema. Esos recursos pueden incluir: el talento gerencial, el talento de los empleados y el equipo que actualmente está funcionando.
- d) Conocimiento para la conversión. Cuando el nuevo sistema es puesto a funcionar, el analista es el responsable de identificar cuales tareas y actividades son necesarias para empezar la operación del nuevo sistema. A fin de identificar los requerimientos para la conversión, el analista tiene que saber no solamente cuales actividades han de ser desarrolladas, sino también cuales actividades fueron desarrolladas. El estudio del sistema existente, proporciona al analista el conocimiento de lo que había antes.
- e) Punto de arranque común. Es importante para la realización del nuevo sistema, que el analista relacione lo nuevo con el sistema antiguo. Habiendo analizado el sistema antiguo, el analista puede - comparar el nuevo sistema con el sistema anterior y mostrar los puntos de similitud y las diferencias.

Las desventajas principales de analizar el sistema antiguo son:

- a) Costo. Estudiar el sistema antiguo requiere de tiempo y dicho tiempo se convierte en dinero.
- b) Barreras innecesarias. El análisis extenso de un sistema ya existente puede tener como resultado que se incluyan en el diseño del nuevo sistema, restricciones innecesarias.

2) Fuentes Internas. La más importante fuente individual de hechos de estudio disponible para el analista es la gente. Quienes mejor pueden establecer requerimientos de información son los usuarios de la información; sin embargo, el analista puede ayudar a los usuarios a definir sus requerimientos explicando que es lo que realmente puede ser suministrado.

Una fuente secundaria de hechos de estudio para el analista, es tener la documentación existente utilizada y almacenada dentro de la organización. Esta documentación puede ser clasificada como sigue:

- a) La que describe como está estructurada la organización.
- b) La que describe lo que la organización planea hacer.
- c) La que describe lo que la organización está haciendo.

Los documentos que describen como está estructurada la organización ó de lo que planea hacer no necesariamente reflejan lo que realmente está sucediendo; por lo tanto estos documentos dan al analista una idea clara de lo que la gerencia pensó de su estructura y dirección en un momento dado.

Una tercera fuente de hecho de estudio que es importante para el analista son las relaciones con otras gerencias, ya que esto puede proporcionar información no conocida.

3) Fuentes Externas. El trabajo del analista de sistemas puede llevarlo fuera de los límites de la organización, o segmento de ésta. La búsqueda en otros subsistemas de la organización puede ser una fuente útil de información. Además la revisión de otros sistemas proporcionan oportunidades para identificar puntos potenciales.

Igualmente importante es revisar sistemas de información similares en otras organizaciones ya que esto puede ser una fuente de nuevas ideas y además puede proveer al analista la oportunidad para ver en operación un sistema, concepto, técnica ó mecanismo.

Libros de texto y revistas profesionales proporcionan otra fuente de estudio para el analista. El estudio de este material puede traer consigo la revisión de la teoría y práctica conocidas o la búsqueda de nuevas ideas, teorías y propuestas. También es otra fuente de información seminarios, talleres y conferencias que se realicen.

Los folletos de ventas de los proveedores de equipos de Software para computación son una excelente fuente de conceptos e ideas.

El tamaño y complejidad del sistema o subsistema en estudio ayudará a determinar cuales fuentes son utilizables.

3.2.4. Análisis del Nivel de Decisión y del Flujo de Información.

El analista debe entrevistar al personal clave para dividir en categorías los principales recursos con que se cuentan. En este contexto se incluyen inventarios, equipos de planta, la planta, habilidades del personal, etc. El principal argumento es que los gerentes deben necesitar un sistema que proporcione información sobre el uso de los recursos, y no un sistema el cual proporcione información organizacional.

Una vez que los recursos de la organización son definidos y divididos en categorías, el analista debe descomponer a cada uno de estos recursos en sus niveles de decisión de manera que se pueda identificar la información requerida para cada nivel.

Después de que los requerimientos de información se describen completamente, el analista debe averiguar cuales son las fuentes de datos que generan esta información. Identificar las fuentes de datos es útil para ilustrar a los gerentes los tipos de decisiones que tienen que tomarse antes de que se desarrollen los sistemas o subsistemas.

Un método común utilizado por los analistas de sistemas cuando tratan de identificar cual es la información que se requiere, por quien y de donde se obtiene, se denomina análisis del flujo de información.

Existen tres riesgos básicos de los cuales el analista tiene que cuidarse constantemente durante la recolección de datos para realizar el estudio y estos son:

- 1) Utilización de datos equivocados o mal dirigidos. A menudo al analista le darán datos concernientes a los requerimientos potenciales del sistema que son engañosos. Esto puede ser el resultado de una tabla equivocada, de una mala observación ó de un ejemplo inadecuado; por lo tanto el analista debe de utilizar en su estudio varias fuentes de información ó técnicas diferentes para la obtención de dichos datos.
- 2) Hacer suposiciones conscientes ó inconscientes. El analista debe de poseer cierto grado de conocimiento con respecto a la función organizacional que está siendo investigada para no analizar hechos equivocados; por lo tanto el analista debe identificar por escrito las suposiciones hechas para que éstas sean revisadas por otros analistas y usuarios.
- 3) Comprobación y verificación de todas las fuentes potenciales. El analista debe comprobar y verificar todos los datos de estudio.

Conforme se acerca a la terminación del análisis de sistemas, el analista debe tener ya reunidos una gran cantidad de hechos, observaciones y un entendimiento básico respecto a lo que el sistema de información debe ser y hacer. Para obtener una completa comprensión de este conjunto de hechos de estudio, el analista deberá llevar a cabo un análisis adicional.

3.2.5. Comunicación de Informes.

A lo largo de la fase de análisis de sistemas, el analista debe mantener comunicación con: el solicitante, el usuario, la gerencia y el resto del personal de proyecto. Dicha comunicación empieza con la propuesta para la conducción del análisis de sistemas. Esta comunicación incluye: retroalimentación con las personas entrevistadas respecto a lo que el analista entiende; comprobación con el personal usuario respecto a los informes que conciernen a otras funciones o actividades; reuniones periódicas para informar a la gerencia y al resto del personal del proyecto sobre los avances, situación y apego al programa.

La comunicación más importante es el reporte de terminación del análisis de sistemas, el cual describe los informes de dicho análisis. El formato y contenido de éste reporte incluye lo siguiente:

- 1) Una nueva declaración de la razón y alcances del sistema.
- 2) Una descripción breve del sistema actual y sus operaciones; si es aplicable a cualquier problema actual no identificado al principio.
- 3) Una nueva declaración de todos los objetivos dados y restricciones seguida por cualquier hallazgo del estudio que refute o ratifique al objetivo.
- 4) Una descripción de cualquier problema no resuelto.
- 5) Una declaración de todas las suposiciones que se hicieron durante el análisis.
- 6) Cualquier recomendación concerniente al problema propuesto o a sus requerimientos.
- 7) Un proyecto o estimación de los recursos que se requerirán y del costo que se espera, involucrados en el diseño de cualquier sistema nuevo ó de la modificación del sistema existente. Esta estimación incluye la viabilidad de la continuación del trabajo adicional de sistemas.

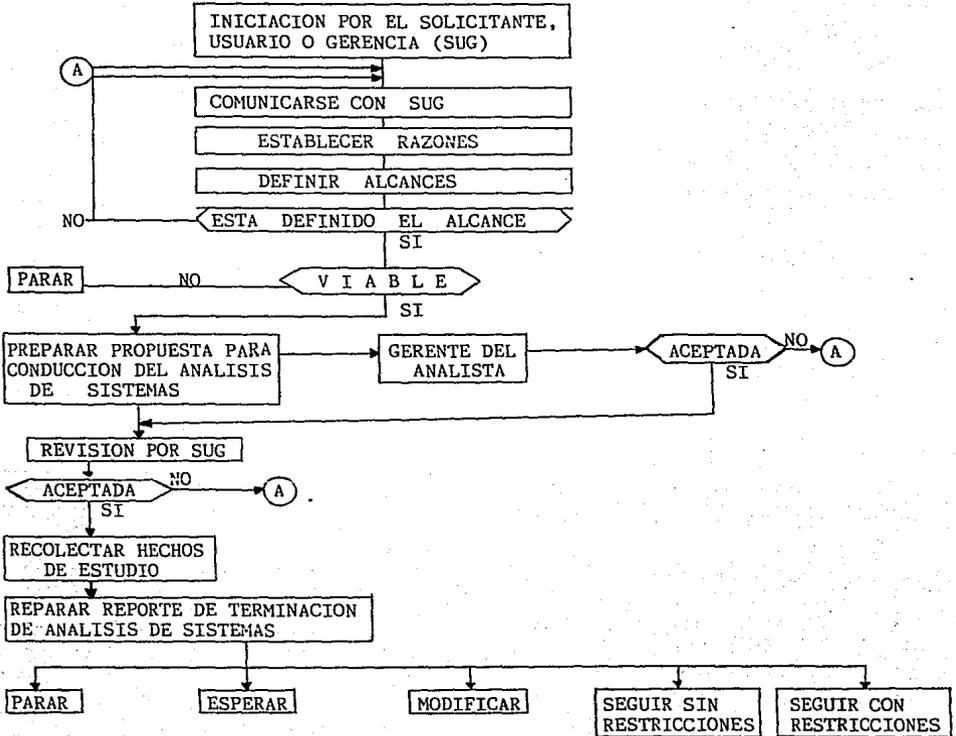
Este reporte es utilizado por la gerencia del analista para determinar si éste ha realizado competentemente su trabajo en la identificación de los requerimientos de los sistemas y en la determinación de la manera como estos requerimientos podrían entrar a un plan global para el desarrollo de sistemas en la organización. Además este reporte proporciona a la gerencia general y a la del usuario la oportunidad de determinar si el analista ha considerado o no todas las necesidades o requerimientos de la organización.

3.2.6. Resultados Finales del Análisis de Sistemas.

Hay cinco resultados alternativos de cualquier análisis de sistemas y son:

- 1) Detener el Trabajo. Este resultado significa que no ha de realizarse ningún trabajo adicional y que el trabajo de sistemas y recursos deberán ser dirigidos hacia otros proyectos. Las razones para este resultado son: que las propuestas no son viables, un cambio de la gerencia o del solicitante, o una reclasificación de las prioridades de sistemas.
- 2) Estado de Espera. Este resultado es muy común y puede ser atribuido a la falta de fondos o a la actitud conservadora de la gerencia.
- 3) Modificar. Este resultado significa que la gerencia ha decidido que algunos aspectos de la propuesta deberán ser modificados ó combinados con otro subsistema.
- 4) Continuar Condicionadamente. Este resultado significa que el trabajo de sistemas deberá continuar como se propuso pero que la propuesta final de diseño tendrá que ser justificada con base en la viabilidad total previamente a la puesta en práctica.
- 5) Continuar Incondicionalmente. Muchas propuestas de sistemas o subsistemas son autorizadas por la gerencia con conocimiento pleno de que los costos excederán a los beneficios mesurables. Por ejemplo: la gerencia puede estar tratando de crecer en un área del mercado que no será rentable durante cierto número de años.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL ANALISIS DEL SISTEMA
 (PRIMERA FASE EN EL TRABAJO DE SISTEMAS)



3.3 Diseño General de Sistemas.

El diseño de sistemas se ocupa del desarrollo de especificaciones para un nuevo sistema ó subsistema propuesto, el cual cumpla con los requerimientos detallados durante la fase de análisis de sistemas. Por lo tanto, el diseño de sistemas se vuelve una elaboración detallada del reporte determinación de análisis de sistemas.

3.3.1. Definición de Diseño.

El diseño de sistemas se puede definir como la integración mediante dibujos, bosquejos o arreglos de muchos elementos separados en un todo unificado y viable.

Mientras que la fase de análisis de sistemas responde las preguntas ¿qué es lo que el sistema hace? y ¿qué es lo que debería estar haciendo para satisfacer los requerimientos deseados?, la fase de diseño se ocupa con ¿cómo el sistema se debe desarrollar para satisfacer estos requerimientos?

En el proceso de diseño el analista desarrolla soluciones, alternativas y eventualmente investiga cual es la mejor solución. La fase de diseño está orientada técnicamente en la medida en que el analista tiene que responder a la pregunta ¿cómo se hace?.

Por otro lado, el diseño es un arte y está orientado creativamente en la medida en que el analista continuamente pregunta ¿qué pasa si ...? ó ¿por qué no ...?

A un nivel básico de diseño, se preparan especificaciones conceptuales, las cuales esbozan una propuesta completa para el diseño de sistemas. En este punto el diseño se revisa y se compara con los requerimientos del usuario y con los aspectos de viabilidad y puede ser cancelado, modificado ó continuado. Si el trabajo de sistemas continúa, el siguiente nivel de diseño se ocupa de especificaciones de diseño técnicas más detalladas tales como: selección de los medios entrada/salida, tamaño de los expedientes, controles, programas, etc. Una vez más, la gerencia toma una decisión para cancelar, modificar ó continuar el proyecto con base en el trabajo de sistemas anteriores, información adicional, etc. Si el proyecto es modificado o continuado, el siguiente paso en el trabajo de diseño de sistemas es la puesta en práctica.

3.3.2. Elementos de Conocimiento Relacionados con el Proceso de Diseño.

Para diseñar un sistema el analista debe poseer conocimientos en relación con las siguientes materias:

- 1) Recursos organizacionales.
- 2) Requerimientos de información del usuario.
- 3) Requerimientos de otros sistemas.
- 4) Métodos de procesamiento de datos.
- 5) Operaciones con datos.
- 6) Herramientas de diseño.

Para producir un diseño de sistemas, el analista debe aplicar la lógica y la creatividad a estos elementos de conocimiento.

1) Recursos organizacionales. Los cinco recursos básicos de cualquier organización son: la gente, las máquinas, el material, el dinero y los métodos. Uno de los objetivos del diseño de sistemas es la utilización de estos recursos tan efectivamente como sea posible. El nivel de recursos disponibles que el analista puede usar en el sistema, variará considerablemente de una organización a otra. Generalmente el analista identifica la mayoría de recursos disponibles para su uso durante el análisis de sistemas; sin embargo conforme el diseño va avanzando, el analista debe estar continuamente alerta ante las oportunidades para utilizar nuevos o adicionales recursos que no se habían considerado anteriormente.

Mientras el analista busca conseguir la utilización óptima de los recursos completamente satisfactoria. Consecuentemente la propuesta final de diseño para un sistema adquiere una forma única que refleja los recursos con los cuales el sistema tiene que operar.

2) Requerimientos de información del usuario. Durante la fase de análisis, los requerimientos de información de los usuarios son identificados. El propósito primario del sistema es proporcionar información para satisfacer dichos requerimientos; sin embargo nunca se diseña ni se pone en práctica ningún sistema que satisfaga completamente todos los requerimientos del usuario y esto es debido a la incorporación de los requerimientos adicionales, a las restricciones de organización y a la realidad.

Durante la realización del proceso de diseño, el analista debe evaluar continuamente todos los requerimientos del usuario así como el efecto que tendrán en el diseño total del sistema.

3) Requerimiento de sistemas. Los requerimientos u objetivos de sistemas se definen en su mayor parte en el análisis. Este conjunto de requerimientos abarca todas las exigencias y deseos de la gerencia, aparte de lo que son las salidas específicas de información. Dichos requerimientos incluyen:

- a) Desempeño
- b) Costo
- c) Confiabilidad
- d) Flexibilidad

- e) Facilidad de mantenimiento
- f) Programa de instalación
- g) Potencial de crecimiento esperado
- h) Expectativa de vida prevista

De manera similar al papel de los recursos organizacionales en el proceso de diseño, los requerimientos de sistemas sirven como objetivos hacia los cuales se dirige el diseño y también como restricciones relacionadas con lo que el diseño final acarrea.

4) Métodos de procesamiento de datos. Se podría decir que existen tres métodos generales para el procesamiento de datos y son:

- a) Procesamiento manual
- b) Procesamiento electromecánico
- c) Procesamiento con computadora

La capacidad de estos métodos para realizar operaciones sobre los datos afecta a la operación y diseño específico de cada sistema.

5) Operaciones con datos. Las operaciones básicas que pueden ser realizadas sobre los datos son:

- a) Captura
- b) Clasificación
- c) Arreglo
- d) Compendio
- e) Calculo
- f) Almacenamiento
- g) Retiro
- h) Reproducción
- i) Diseminación

Todos los sistemas se componen de alguna combinación de estas operaciones. Muchas de las operaciones sobre los datos requeridos de un sistema dado, se identifican en el análisis de sistemas como resultado del acuerdo de requerimientos específicos de información del usuario.

Sin embargo dependiendo de cual sea el método de procesamiento de datos que se use o cuales recursos son los involucrados, se requerirá muchas operaciones adicionales con los datos. De este modo toda decisión que se tome que tenga influencia sobre las implicaciones necesarias para llegar al diseño final afectará tanto al número de operaciones con datos que se incluyan en el sistema, como a la secuencia con que éstas serán realizadas.

•6) Herramientas de diseño. Durante el proceso del diseño, es de gran ayuda para el analista el uso de diagramas de flujo, tablas de decisión y técnicas para la elaboración de modelos. La elaboración de diagramas de flujo es de extremada importancia en el desarro-

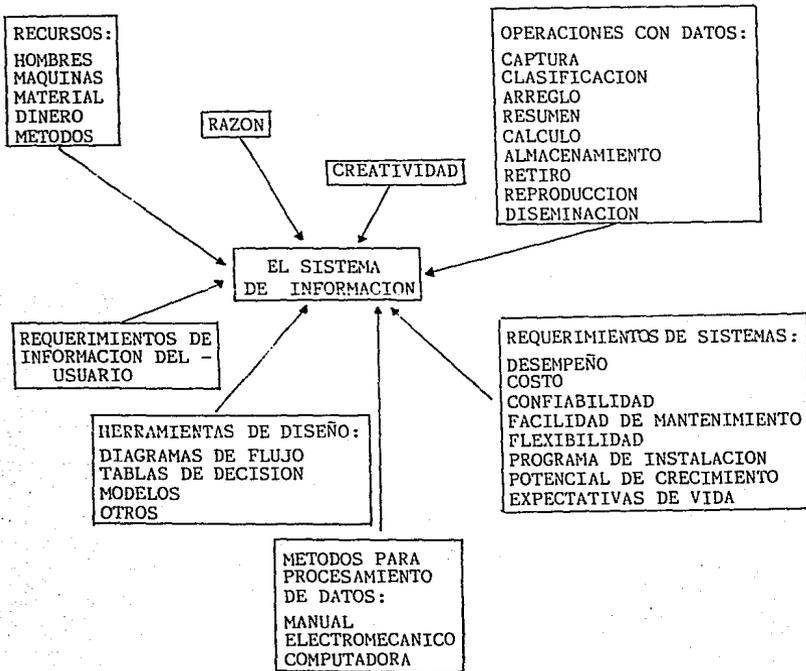
llo de aquellos segmentos de un sistema, los cuales están fuertemente orientados hacia el flujo o al movimiento. El procesamiento de datos técnicos es diseñado eficientemente mediante el uso de diagramas de flujo.

Las tablas de decisión están orientadas hacia el diseño eficiente de requerimientos estratégicos.

El uso de modelos proporciona al analista la oportunidad de experimentar con diferentes alternativas de diseño.

El analista aplica su poder para razonar y su creatividad a estos seis elementos de conocimiento para producir el diseño de sistemas. El siguiente esquema ilustra todos los elementos que se requieren en el proceso del diseño.

ILUSTRACION DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PROCESO DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE INFORMACION.



3.3.3. Pasos Básicos en el Proceso del Diseño.

En la práctica la aplicación del proceso de diseño es una actividad iterativa. Conforme el analista aborda cada uno de los elementos en el proceso del diseño, usualmente se ve obligado a examinar nuevamente cualesquiera estructuras ó relaciones que hayan sido desarrolladas hasta entonces, y a modificarlas para satisfacer los nuevos requerimientos. Esta actividad repetitiva continúa hasta que cada dimensión del sistema propuesto ha sido considerado y se formula entonces una propuesta final de diseño. Los pasos básicos en el proceso del diseño son:

- 1) Definición del objetivo de sistemas
- 2) Desarrollo de un modelo conceptual
- 3) Aplicación a las restricciones organizacionales
- 4) Definición de las actividades de procesamiento de datos
- 5) Preparación de la propuesta de diseño de sistemas

Los tres primeros serán puntualizados a continuación, los restantes se discutirán posteriormente.

1) Definición del objetivo de sistemas. La definición del objetivo resulta de revisar y evaluar los requerimientos descritos en el reporte de terminación del análisis de sistemas.

Es importante notar que el objetivo del sistema no siempre se considera idéntico a los requerimientos de información específicos del usuario.

Cuando un sistema es diseñado para alcanzar un objetivo, generalmente proporciona cierta flexibilidad respecto de como debe ser alcanzado dicho objetivo. Esta flexibilidad incorporada, resulta en que el sistema es capaz de absorber las continuas modificaciones provenientes de los cambios de los requerimientos del usuario.

2) Desarrollo de un modelo conceptual. El segundo paso en el proceso de diseño consiste en desarrollar un modelo conceptual para el diseño. A menudo cuando el analista está teniendo dificultades para identificar el objetivo de un sistema, el intento de desarrollar un modelo conceptual para el diseño ayudará a definir el objetivo del sistema.

Una vez que el analista establece un modelo conceptual del sistema propuesto, empieza a pragmatizarlo mediante la aplicación de los requerimientos adicionales del sistema y considerando los recursos organizacionales disponibles.

3) Aplicación de las restricciones organizacionales. La operación y desarrollo del sistema de información, requieren el uso extenso de los recursos organizacionales. Dentro de la organización existen muchas actividades que se desarrollan en base al uso de dichos recursos, por lo tanto el sistema de información tiene que competir con esas otras actividades en la obtención de los recursos necesarios.

Los recursos organizacionales usualmente son asignados a aquellas actividades que proporcionan a la organización la mayor efectividad en relación al costo.

Aplicar los objetivos de sistemas para el desarrollo, desempeño u operación del sistema de información es la técnica de la gerencia para tratar de conseguir del sistema de información la relación óptima de costo/efectividad. Este hecho también es aplicable cuando el analista tiene que utilizar métodos de procesamiento de datos que son menores que la tecnología disponible.

La tarea de obtener una buena u óptima combinación de recursos y objetivos es un problema extremadamente significativo al cual se enfrenta el analista en la fase de diseño de sistemas. Los requerimientos globales de un diseño de sistemas en especial, son usualmente muy complejos, varían ampliamente y dependen de los objetivos específicos.

Algunos de los factores que tienen que ser considerados en la selección final de un diseño de sistemas son: facilidad de mantenimiento, programa para la instalación, flexibilidad, potencial de crecimiento y expectativa de vida.

En el proceso de diseño se pueden contemplar dos perspectivas:

La perspectiva a corto plazo, que normalmente considera el costo, el desempeño y la confiabilidad; la perspectiva a largo plazo y toma en cuenta el programa para la instalación, los recursos operativos, la flexibilidad del sistema para adaptarse a demandas cambiantes del usuario, la rapidez del crecimiento de la organización y las expectativas de vida del sistema.

Todos estos requerimientos están interrelacionados; por ejemplo: un buen desempeño y confiabilidad pueden lograrse normalmente si los factores de costo aumentan; en cambio el costo del sistema puede disminuir a expensas de un desempeño y confiabilidad más pobre.

Dependiendo de la aplicación y de las necesidades de la gerencia, algunos sistemas pueden poner énfasis en el desempeño, otros en la confiabilidad, otros en la flexibilidad y así sucesivamente. Debido a la diferencia de énfasis, es necesario considerar cada sistema separadamente y evaluar la importancia relativa de los diversos objetivos en su perspectiva adecuada.

Pueden servir como guías los modelos de otras organizaciones, manuales y textos; pero la mayor parte de cada sistema tiene que ser diseñada para satisfacer los requerimientos particulares de cada organización.

3.3.4. Un Enfoque de la Definición de Salidas, Entradas y Actividades de Procesamiento.

Un sistema de información se compone de una serie de actividades encaminadas a producir información a partir de datos; estas actividades pueden ser realizadas manualmente ó mediante máquinas. En dónde se realicen estas actividades, es algo que determina el analista durante el proceso de diseño; esta determinación es guiada por el conocimiento de la capacidad existente dentro de la organización y de la relación costo/efectividad que se desea.

Para empezar a definir las actividades específicas requeridas en el sistema propuesto, el analista parte de las salidas del sistema que se desean. El siguiente procedimiento describe este proceso iterativo:

- 1) Identificar la salida más importante considerando el objetivo del sistema.
- 2) Hacer una lista de los campos de información específicos que se requieren para preparar dicha salida.
- 3) Identificar los datos de entrada específicos, necesarios para desarrollar los campos de información.
- 4) Describir las operaciones de procesamiento de datos, en particular los algoritmos lógicos o de cálculo, que tienen que aplicarse a los datos de entrada para producir la información deseada.
- 5) Identificar aquellos elementos de entrada los cuales pueden ser alimentados una vez y almacenados para su uso en procesamiento - subsecuentes.
- 6) Continuar realizando los pasos 1 hasta 5 para cada requerimiento de salida sobre una base de prioridades hasta que sean consideradas todas las salidas.
- 7) Desarrollar la base de datos que apoyará el sistema de la manera más efectiva considerando para ellos los requerimientos del sistema y los métodos de procesamiento de datos.
- 8) En base a las restricciones de desarrollo, prioridades de apoyo, y estimados del costo de desarrollo, eliminar las entradas, salidas y consideraciones de procesamiento que sean extremas.
- 9) Definir los diferentes puntos de control que se deseen para regular las actividades de procesamiento de datos y asegurar la calidad global de procesamiento.
- 10) Concluir los formatos de salida y entrada que mejor satisfagan el actual diseño de sistemas.

Quando se analizan las tareas específicas de procesamiento salida, entrada y se establecen prioridades de acuerdo al apoyo que prestan al objetivo global del sistema, el analista reduce al mínimo el tiempo que le toma llegar a una estructura de diseño significativa.

3.3.5. Principios Básicos de Diseño.

Los dos principios básicos de diseño son:

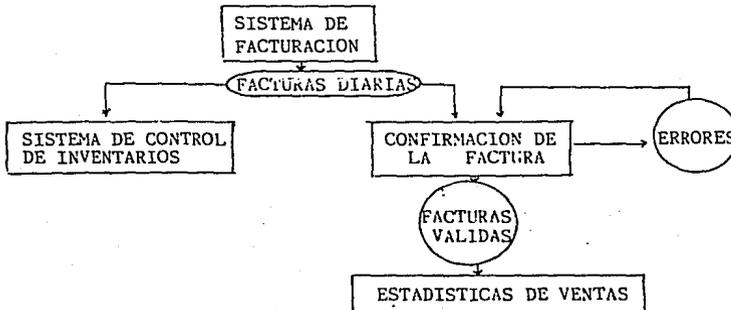
- 1) Diseño de sistemas monolítico
- 2) Diseño de sistemas modular

1) Diseño de sistemas monolítico. Durante el diseño el analista tiene que considerar dos formas básicas de integración de sistemas. Primero debe determinar si la integración de medios comunes de procesamiento de datos es un método factible de lograr el objetivo. La integración de medios de procesamiento de datos es una práctica común en la mayoría de las organizaciones. Segundo, el analista debe atacar la integración potencial de datos organizacionales, es decir, la base de datos común. Los avances tecnológicos recientes han dado por resultado que esta forma de integración se vuelve altamente conveniente. En cualquier caso el analista basa su decisión en la relación costo/efectividad pronosticada de la integración de sistemas.

2) Diseño modular de sistemas. El principio de modularidad de diseño se refiere al arreglo de elementos de sistemas ó subsistemas de una manera tal que reduzca la dependencia de cada elemento ó subsistema de los demás. Teóricamente el principio de diseño monolítico y el principio de diseño modular se oponen entre sí. En la práctica sin embargo, ambos principios pueden ser utilizados eficazmente en el diseño.

Para ilustrar el uso de ambos principios se dará el siguiente ejemplo:

La siguiente figura ilustra la integración de tres sistemas de procesamiento de datos organizacionales: Un sistema de facturación, un sistema de estadísticas de ventas y un sistema de control de inventarios. La información sobre facturación que es producida en el sistema de facturación, fluye tanto hacia el sistema de estadísticas como hacia el de inventarios.



El sistema de facturación tiene un esquema de control que es aceptable para el sistema de inventarios y de este modo los datos de facturación "pasan" directamente hacia el sistema de inventarios y proporcionan la entrada para descargar los bienes terminados. Por el otro lado, el sistema de estadísticas de ventas, el cual es la base para el calculo de las comisiones de los vendedores, requiere un mayor control y por lo tanto tiene un procedimiento de ratificación que tiene que ser ejecutado antes de que los datos para facturación sean aceptados en el sistema.

En el ejemplo se puede ver que la integración de sistemas se logra mediante el uso de salida de un sistema como entrada para el mayor control requerido en el sistema de estadísticas de ventas, no afecta de ninguna manera ni al sistema de facturación, ni al sistema de control de inventarios.

3.3.6. Directrices Específicas para Diseñar el Subsistema Funcional dentro del Sistema.

Todo sistema de información puede componerse de siete subsistemas funcionales que son:

- 1) Recopilación de datos
- 2) Procesamiento de datos
- 3) Actualización de expedientes
- 4) Almacenamiento de datos
- 5) Retiro de datos
- 6) Elaboración de reportes de información
- 7) Control de procesamiento de datos

A continuación se establecerán algunas directrices sobre como deben considerarse estas actividades en la fase de diseño general de sistemas.

- 1) Los datos de la fuente deben ser recabados una y solo una vez, para entrada al sistema de información, sin importar el número de maneras diferentes en que deban de procesarse.
- 2) La exactitud de los datos de la fuente está relacionada directamente con el número de pasos que se requieren para registrar, recabar y preparar los datos para su procesamiento. Entre menor sea el número de pasos, será mayor el grado de exactitud.
- 3) Los datos asociados con la salida de transacción de un sistema a base de computadora, deberán tener que ser realimentados a otros sistemas dentro de la misma organización en un momento posterior para procesamientos subsecuentes.
- 4) La recolección de datos de la fuente nunca deberá requerirse con lapsos más amplios que los requeridos para la información que dichos datos producirán, es decir, un requerimiento de información diaria necesita por lo menos una actividad diaria de recolección.
- 5) El costo de un nuevo método o máquina para la recolección de datos debe ser comparado con el de cualquier método o máquina existente en términos de la suma de las actividades que realiza,

esto es verificaciones, tasa de error y facilidad de corrección de errores.

- 6) Todos los datos de la fuente deben ser minuciosamente editados y ratificados inmediatamente después de que hayan sido recolectados.
- 7) Los datos previamente ratificados cuando fueron alimentados al sistema, no deben de requerir de ratificaciones subsiguientes del mismo tipo en el procesamiento posterior.
- 8) Los totales de control deben ser mantenidos y comprobados antes y después de una actividad principal de procesamiento.
- 9) Los totales de control deben ser evaluados durante el procesamiento mediante la lógica de programación en lugar de comprobación manual.
- 10) Los datos deben ser almacenados en un solo lugar de la base de datos, al menos que esté prohibido por las restricciones de los recursos.
- 11) Todos los expedientes de datos deben tener un procedimiento de admisión en caso que se requiera mantenimiento de expedientes.
- 12) Se debe imprimir todos los expedientes de datos en un formato significativo para propósito de verificación.
- 13) Se debe proveer procedimientos de respaldo y seguridad para todos los expedientes de datos.
- 14) Todos los expedientes no consecutivos deben tener un procedimiento para su reorganización periódica.
- 15) Todos los expedientes de datos deben tener fechas específicas de retención.

3.3.7. Alternativas Básicas de Diseño.

Hasta ahora se ha hecho la suposición de que los requerimientos de sistemas identificados y las necesidades de información de los usuarios tienen que ser satisfechas por el diseño de un nuevo sistema. Sin embargo no siempre esto es cierto, por lo tanto el analista debe estar consciente de otras alternativas disponibles. Además cuando se requiere un nuevo diseño de sistemas se necesitan decisiones concernientes a la manera en que el nuevo sistema debe desarrollarse y operarse.

El analista tiene por lo menos tres alternativas básicas de diseño cada vez que evalúa un conjunto de sistemas.

Estas son:

- 1) No hacer nada
- 2) Modificar un sistema ya existente
- 3) Diseñar un nuevo sistema

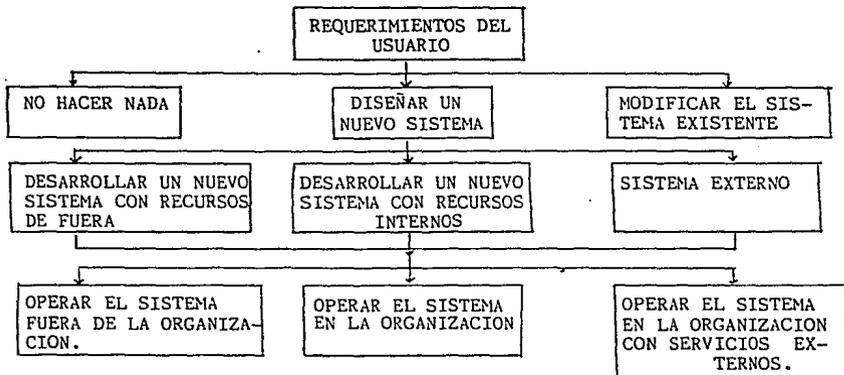
1) Alternativa de no hacer nada. En toda decisión de sistemas respecto de como satisfacer los requerimientos de información de los usuarios, o las solicitudes de mejoras a los sistemas el analista tiene la posibilidad de no hacer nada. Esta alternativa no significa que el analista no haga nada, sino que recomienda que en ese momento no se realice ninguna acción. Las razones para escoger esta alternativa incluyen:

- a) Una identificación y definición pobres de los requerimientos o las necesidades.
- b) La determinación de que no es factible desarrollar un sistema ó solución significativa para las necesidades del usuario.
- c) La más alta prioridad y los recursos para el desarrollo le son asignados en su totalidad a otra solicitud.
- d) Las necesidades del usuario tal como se expresaron no son necesidades reales.

2) Alternativa de modificar los sistemas existentes. La mayoría de las investigaciones sobre sistemas llevados a cabo en las organizaciones incluyen alguna consideración de los sistemas y subsistemas existentes. Para satisfacer eficazmente los nuevos requerimientos del usuario; el analista a menudo recomienda la modificación de los sistemas existentes en lugar de diseñar nuevos sistemas. Dependiendo del tamaño de la organización y del sistema que está siendo evaluado, las modificaciones pueden tener un impacto mayor sobre una organización que el desarrollo de un sistema totalmente nuevo. Este impacto puede ser el resultado de la magnitud del esfuerzo de sistemas realizado o del cambio resultante en la organización.

3) Alternativa de diseñar un nuevo sistema. La última alternativa que le queda por recomendar al analista es la de diseñar un nuevo sistema; obviamente esta solución es la más compleja y más difícil de llevar a cabo. Esta alternativa puede ser considerada como una combinación de dos alternativas de acción adicionales. Cuando un analista recomienda que se ponga en función un nuevo sistema, se debe de decidir si éste se debe de desarrollar a partir de cero ó si se puede obtener un sistema aceptable de otras fuentes para satisfacer los requerimientos del usuario.

El siguiente esquema es una tabla que muestra los diversos puntos de decisión en los cuales los analistas tienen que avocarse cuando recomiendan el mejor uso de los recursos de la organización para satisfacer los requerimientos de información del usuario.

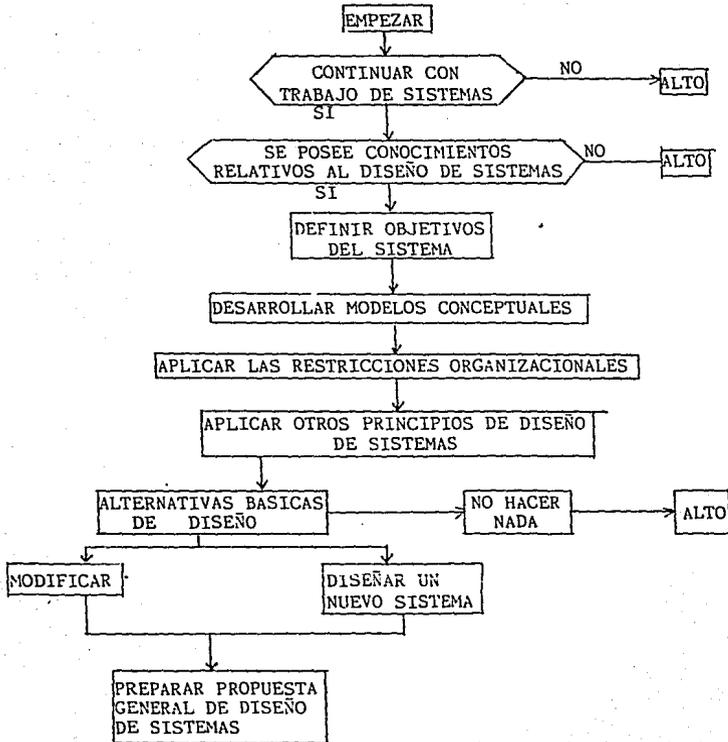


3.3.8. Preparación de la Propuesta General para el Diseño de Sistemas.

La propuesta general para el diseño de sistemas, se prepara a fin de comunicar a la gerencia y a los usuarios de la organización cómo a un nivel general el sistema diseñado satisficera sus requerimientos de información y procesamiento de datos. A continuación se muestran diferentes directrices para ayudar al analista para la preparación de dicha propuesta:

- 1) Enunciar nuevamente las razones para iniciar el trabajo de sistemas, incluyendo objetivos específicos y relacionar todos los requerimientos y objetivos originales del usuario.
- 2) Preparar un modelo conciso pero detallado del diseño propuesto para el sistema. Además se debe de incluir alternativas de diseño entre las cuales la gerencia pueda seleccionar, en lugar de presentar solo un planteamiento.
- 3) Mostrar todos los recursos necesarios para poner en función y mantener el sistema.
- 4) Identificar cualquier hipótesis crítica o problemas no resueltos que pudieran afectar al diseño.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PASOS APPLICABLES AL
DISEÑO GENERAL DE SISTEMAS



4. APLICACION A LA RESOLUCION DEL PROBLEMA DE SEGURIDAD DE UNA AREA DE TRANSPORTE COLECTIVO A TRAVES DEL ENFOQUE DE SISTEMAS.

Teniendo definido el problema con exactitud, que para el estudio del presente trabajo son las implicaciones del transporte urbano en una ciudad tan compleja como la nuestra, y por ende la determinación de un objetivo específico que es el de impedir la colisión entre dos trenes, se analizan y conjugan los conocimientos sobre las prácticas técnicas del Pilotaje Automático y del Material Rodante del Metro de la Ciudad de México, tomando en cuenta para este análisis los factores básicos que intervienen en él como son: requerimientos básicos, personal necesario, tiempo de proceso, etc.; creando así un conjunto de actividades que interrelacionadas y ordenadas conducen al objetivo.

En base a éste análisis se diseña, con el auxilio de una computadora para el proceso de datos, un diagrama de flujo complementado con un sinóptico, una descripción de variables y un programa en Lenguaje Fortran IV para la aplicación del enfoque de sistemas a la resolución del problema de seguridad.

4.1 Sinóptico del programa.

- Cálculo de PK'S de puntos críticos.

En esta parte se determina el punto kilométrico de cada punto en donde existe una ruptura de perfil.

- Cálculo del largo del tren que se encuentra en cada pendiente.

Mediante la localización del punto kilométrico correspondiente a una ruptura de perfil se ubica la posición del tren con su respectiva pendiente, asignando estos valores en tablas.

- Cálculo de P.

Teniendo la ubicación exacta de la cabeza del tren y la pendiente correspondiente se procede a calcular la gamma programa del tren.

$$P = C * UBI(J,1) * UBI(J,2)/148$$

$$C = \frac{g}{1000 K}$$

$$K = \frac{M'}{M} = \text{coeficiente de inercia.}$$

$$C = 0.0087$$

$$g: \text{aceleración de la gravedad en } \frac{m}{s^2}$$

$$148 m = \text{longitud del tren.}$$

$$M = 329.4 \text{ Ton.}$$

$$M' = (329.4 + 42) \text{ Ton.}$$

UBI(J,1): Localización de la cabeza del tren en J.

UBI(J,2): Pendiente correspondiente a la localización del tren en J.

Todos estos cálculos, se hacen para una velocidad inicial $VI=VO$ que la determina el inicio de la parábola programa de frenado.

- Distancia que avanza el tren dada una velocidad.

Dada la velocidad inicial $VI=VO$ y teniendo todos los cálculos anteriores para dicha velocidad, se procede a calcular:

$$E = \frac{(VI)^2 - (VI-1)^2}{2 * GPROG}$$

que es la distancia con la cual se incrementará la abscisa correspondiente a VI, es decir se tendrá $x = x + E$ si y solo si la velocidad sea mayor a 10 Km/h, de lo contrario el incremento será de 2 mts., $x = x + 2$

Teniendo el nuevo valor de la abscisa, se va decrementando la velocidad $VI=VI-1$ efectuando nuevamente los cálculos, hasta llegar al punto de paro (xpp) más 100 mts.

Teniendo VI con su abscisa, pendiente y gamma programa correspondiente, asignados éstos valores en tablas, se procederá a efectuar los siguientes cálculos:

- Cálculo de Distancia de Reacción antes de desencadenarse el Frenado de Urgencia.

La longitud de esta distancia está determinada por el tiempo DELT, que corresponde a 1.1 seg. de tiempo de Seguridad Dinámica más 0.7 seg. de tiempo de reacción antes de desencadenarse un Frenado de Urgencia; teniendo DELT un incremento de 0.1 seg. En este intervalo de tiempo se incrementa la abscisa que corresponde a VDEC (Velocidad de detección) en donde: $VDEC = VI * TI$, $TI = \frac{TB}{TI'}$

TB = 300 mts.

TI' = 255 en caso de Bloqueo tracción

TI' = 197 mts. en caso de Ineficiencia de frenado

mediante $DDREAC = \frac{GR}{2} * 0.1^2 + VREAC * 0.1$

Si la abscisa $x = x + DDREAC$ es mayor que el punto de paro (xpp), el cálculo de DDREAC será: $DDREAC = \frac{GR}{2} * (.15)^2 + VREAC * .15$

debido a la falta de energía y en éste caso ya no es necesario que DELT sea igual a 1.8 seg.

- Cálculo de Distancia de Frenado de Urgencia.

Determinada ya la Distancia de Reacción, se desencadena el Frenado de Urgencia, incrementando la abscisa $x = x + DDREAC$ con

$DDFU = \frac{(VFU1)^2 - (VFU2)^2}{2 * GR}$, obteniendo así un nuevo valor de x.

- Cálculo de la Distancia de Deslizamiento.

Teniendo ya el nuevo valor de x, se determina $DZ = x - xpp$ que es el deslizamiento determinado por VI. Dicho deslizamiento es guardado en una tabla.

Posteriormente se incrementa la abscisa correspondiente a VI mediante E y se decreta VI, volviéndose a calcular nuevamente DDREAC y DFU para VI = VI - 1, hasta VI = 0.

Estos calculos de deslizamiento se efectúan cuando

TI' = 255 mts. con GO = 1.25 para Bloqueo Tracción (BT), y;

TI' = 197 mts. con GO = 0 para Ineficiencia de Frenado (IF).

- Cálculo de Deslizamiento Máximo.

Obtenidos dichos deslizamientos, se procede a calcular el máximo deslizamiento en BT y en IF, es decir:

$$\text{Max} \left\{ \text{DV(I)}_{\text{BT}}, \text{DV(I-1)}_{\text{BT}}, \dots, \text{DV(I-N)}_{\text{BT}} \right\} \text{ y}$$

$$\text{Max} \left\{ \text{DV(I)}_{\text{IF}}, \text{DV(I-1)}_{\text{IF}}, \dots, \text{DV(I-N)}_{\text{IF}} \right\}$$

y por último se calcula el máximo de los deslizamientos máximos en IF y BT, es decir:

$$\text{Max} \left\{ \max \left\{ \text{DV(I)}_{\text{BT}}, \dots, \text{DV(I-N)}_{\text{BT}} \right\}, \max \left\{ \text{DV(I)}_{\text{IF}}, \dots, \text{DV(I-N)}_{\text{IF}} \right\} \right\}$$

Obteniendo así el deslizamiento máximo que puede efectuar el tren dada una detección de sobrevelocidad (dicha detección es determinada por el sistema de PA).

Todo este paquete de calculos ocurre para solo una parábola programa de frenado.

Si tenemos K-parábolas, obtendremos K-deslizamientos máximos.

- Cálculo de Deslizamiento Máximo en C.M.C.

Calculado el máximo deslizamiento en P.A., se calcula el máximo deslizamiento en CMC en donde:

$$T = \text{Máximo deslizamiento en CMC} = \text{Máximo deslizamiento en P.A.} + 14 \text{ m.}$$

4.2 Descripción de variables.
Datos de Entrada.

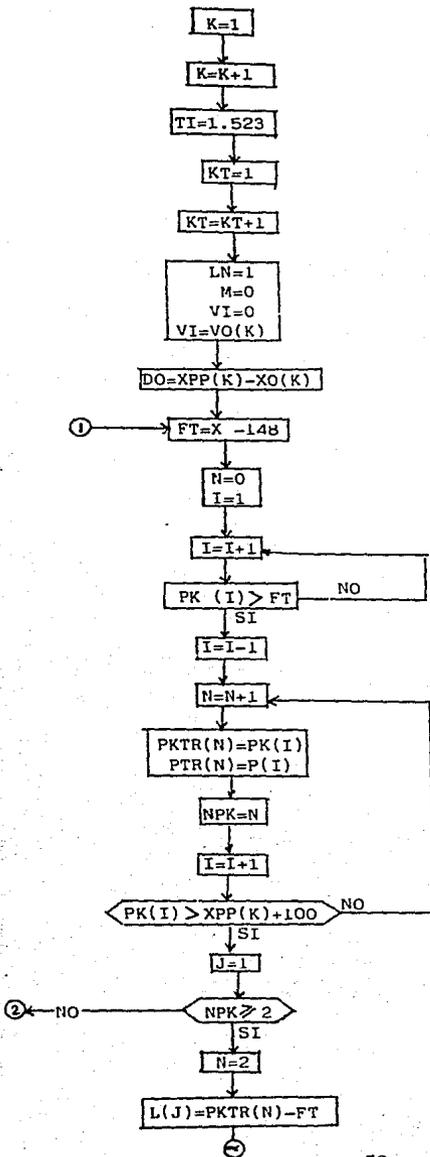
Variable	Descripción
NRUP	Número de rupturas que existen en la interestación correspondiente, en donde una ruptura se da cuando hay un cambio de pendiente.
NPP	Número de puntos de paro que tiene cada interestación, es decir, número de señales existentes desde la cabecera del andén de la estación A, hasta el fin del andén de la estación B.
PK(I)	Puntos kilométricos o cadenamientos, (entendiéndose por cadenamiento la distancia en kilómetros que existe de una de las terminales de la línea, que se toma como origen, a un punto dado), de las rupturas del perfil.
P(I)	La pendiente que existe entre PK(I-1) y PK(I).
VO(K)	Velocidad donde se inicia el frenado en cada parábola programa.
XO(K)	Abscisa que corresponde a cada VO(K). A partir de este punto se empiezan a hacer todos los cálculos.
XPP(K)	Punto de paro para cada parábola.
GPROG	Gamma de desaceleración de la velocidad programa.

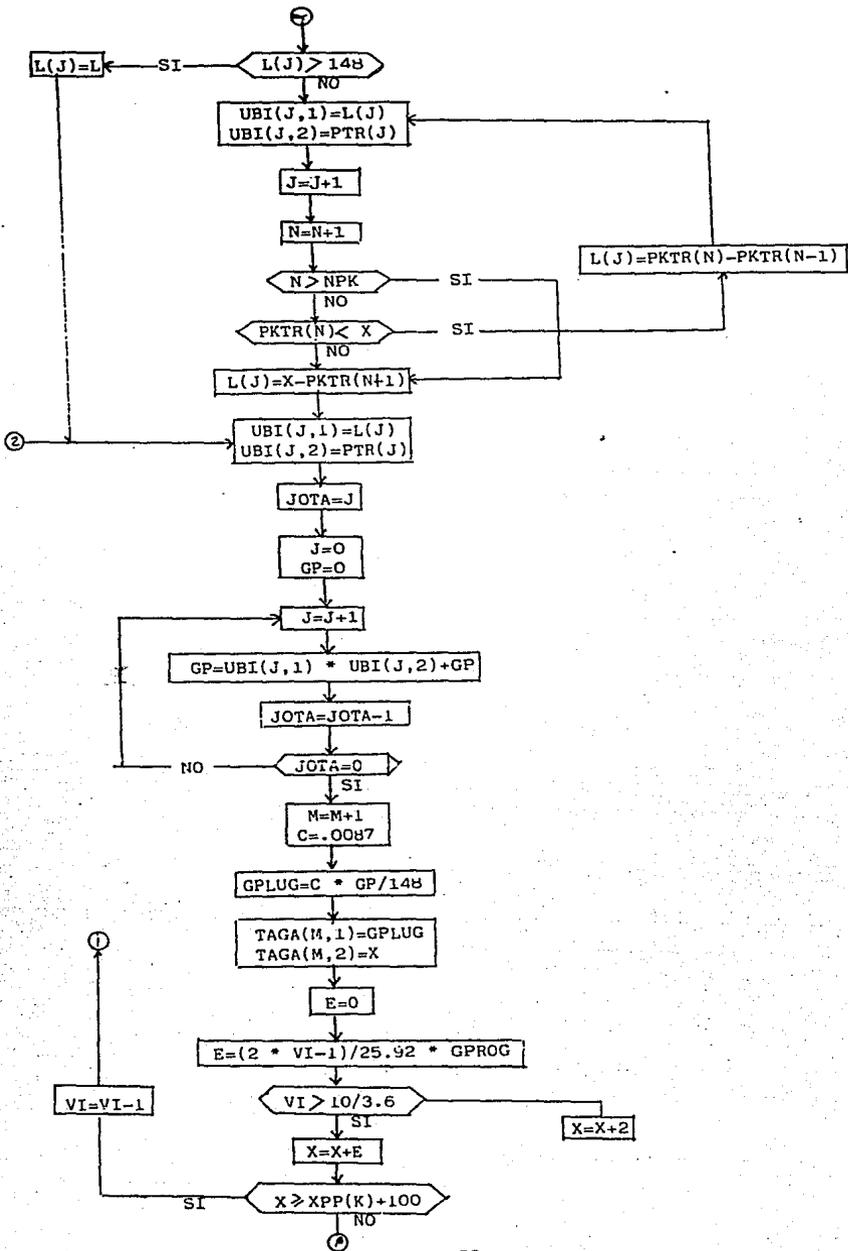
Variable	Descripción
X	Localización de la cabeza del tren.
K	Parábola a la cual se le calculará el máximo deslizamiento.
FT	Localización de la parte trasera del tren.
VI	A partir de VO(K), la velocidad va decreciendo en 1 km/h dándonos así VI, hasta llegar a VI=0 Km/h.
UBI(J,1)	Tabla en donde guardan las abscisas a la ubicación de la cabeza del tren.
UBI(J,2)	Pendiente que corresponde a la ubicación de la cabeza del tren.
GP	Gamma programa del tren debido a la pendiente, y es igual al producto de la abscisa de la cabeza del tren por su pendiente correspondiente.
GPLUG	Gamma de desaceleración que se obtiene tomando en cuenta el coeficiente que involucra a la masa del tren, la masa de inercia, la gravedad y la longitud del tren.
TAGA (M,1)	Tabla en donde se guardan los valores de GPLUG.
TAGA (M,2)	Tabla en donde se guardan los valores de la abscisa correspondiente a la cabeza del tren.
XI	Abscisa que corresponde al movimiento del tren para decrementar la velocidad.
E	Distancia que recorre el tren de V(I) a V(I-1).
VDEC	Velocidad de detección de sobrevelicidad debida a la velocidad programa y a la velocidad del tren.
TI	Tiempo base (TB=300 ms) entre tiempo que codifica la cronometría del sistema de PA dependiendo si se trata de un bloqueo tracción (TI'=255 ms) o una ineficiencia de frenado (TI'=197 ms).
GO	Gamma de aceleración del tren; para el caso de:BT, GO=1.25 seg; de IF GO=0 y para FU GO=-1.38.

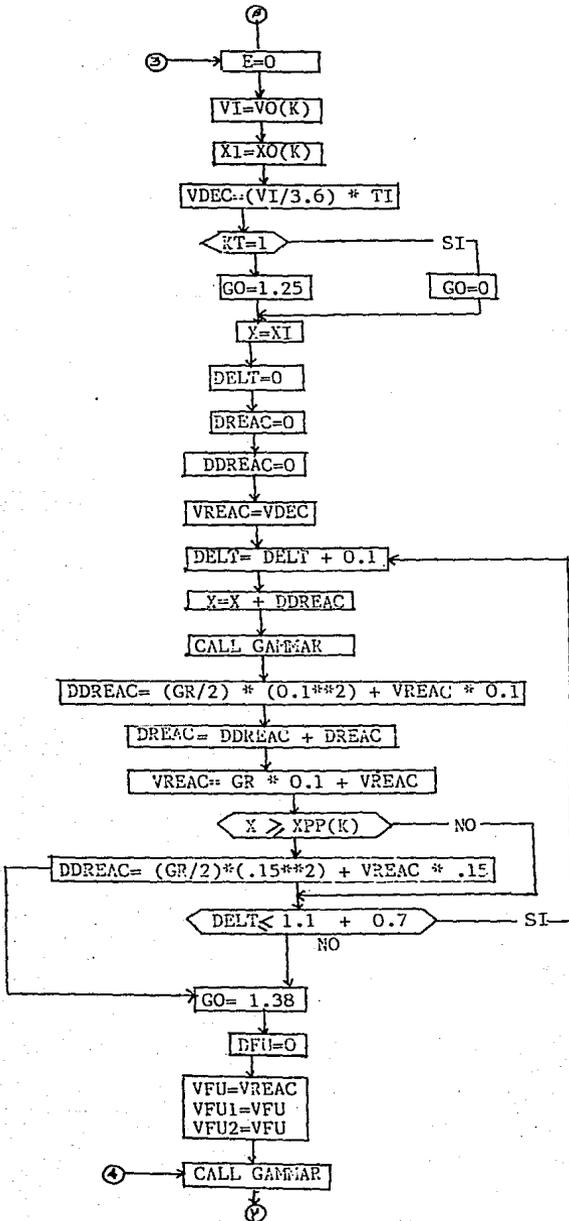
Variable	Descripción
DELT	Tiempo de seguridad dinámica más tiempo que tarda en desencadenarse el Frenado de Urgencia (1.1 + 0.7 seg).
DDREAC	Distancia que recorre el tren en el tiempo DELT.
GR	Gamma resultante.

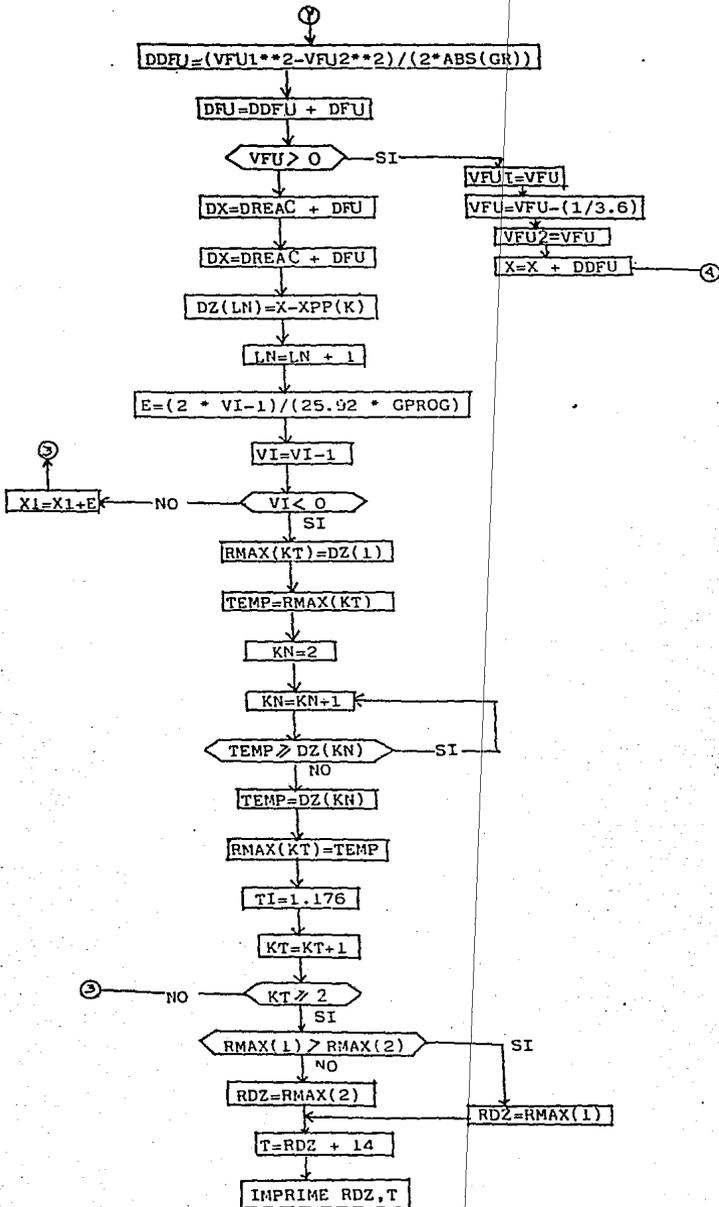
Variable	Descripción
DDFU	Distancia que recorre el tren durante el frenado de Urgencia.
VFU	Velocidad en el frenado de urgencia.
DZ	Deslizamiento que se obtiene para cada VI Pilotaje Automático.
RMAX	Deslizamiento máximo que hay en BT e IF.
RDZ	Deslizamiento máximo entre BT e IF.
T	Deslizamiento máximo en CMC.

4. DIAGRAMA DE FLUJO

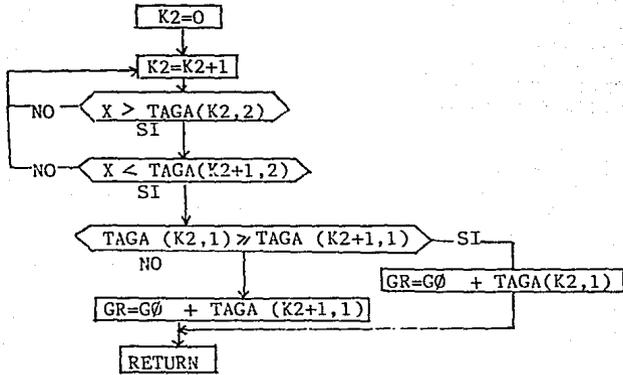








SUBROUTINA GAMMAR



CONCLUSIONES

Como se puede constatar en el desarrollo del trabajo, el enfoque de sistemas proporciona una metodología que permite la integración de factores externos e internos en la solución de problemas. Para ésto desarrolla diferentes elementos de investigación que van desde el análisis del problema hasta su total estructuración sistemática, permitiendo responder de manera precisa a la respuesta, motivo de este estudio ¿Cuál es la distancia mínima que debe existir entre dos señales continuas, para obtener el máximo índice de seguridad?

La solución del sistema de deslizamiento da respuesta a la pregunta anterior, considerando que se tomaron en cuenta los diferentes elementos del enfoque antes aludido.

Es importante señalar que el tiempo de utilidad de todo sistema entra en una fase entrópica, es decir, llega a encontrarse en un nivel de eficiencia que lo hace obsoleto, debido a que la dinámica de las condiciones iniciales en que se estructuró varían conforme se van sofisticando las mismas y en consecuencia el desarrollo de las variables que se tomaron van modificándose e incorporándose otras, hasta hacer que el sistema deba ser nuevamente conceptualizado y estructurado.

Esto no quiere decir, que los sistemas no tengan la posibilidad de ser homeostáticos para adecuarse a la realidad que requiere interpretar, partiendo de que su idea conceptual establece una determinada flexibilidad que facilite las adecuaciones pertinentes cuando se requieran.

Se debe llevar a cabo una auditoría del sistema en la medida que la red de transporte colectivo se haga mayor, con la finalidad de corroborar si el sistema se encuentra en su última fase, y poder medir así la eficiencia esperada.

De no obtener los resultados que se quieren, una vez efectuada la auditoría, se procederá entonces a reiniciar toda la investigación a partir de la metodología de sistemas y diseñar uno totalmente explicativo del problema que se desea resolver.

El trabajo jamás se hubiera podido desarrollar sin el apoyo de las computadoras que permiten efectuar los procesos de información en periodos tan cortos de tiempo.

Siendo la informática una actividad básica dentro de toda organización, no debemos caer en una dependencia tal que ésta limite nuestra posibilidad de desarrollo; si bien es un apoyo considerablemente importante en la solución de problemas, esta no debe limitar la concepción de nuevas posibilidades en la resolución de los mismos; esto debido principalmente al uso indiscriminado que se hace del procesamiento de datos. Porque si bien es cierto que es mucho más sencillo seleccionar de un sin número de alternativas cualitativamente, se requiere indiscutiblemente del conocimiento cualitativo de las restantes, para evitar el caer en situaciones imprevistas que posteriormente nos coloquen en situaciones difíciles de solucionar.

BIBLIOGRAFIA

- BURCH, JOHN G., JR. Information Systems: Theory and Practice, John Wuley & Sons, 1974.
- CLELAND AND KING. Systems Analysis and Project Management, New York. Mc Graw Hill Book CO., 1968
- COORDINACION GENERAL DE TRANSPORTE. Anuario de Vialidad y Transporte 1984, México, D.F.
- COVITUR. Memorias 1977 - 1987 editadas por el Departamento del Distrito Federal. México, 1977.
- INTERELEC. Generalidades sobre el Pilotaje Automático, México - Paris, 1980.
- MURDICK, ROBERT G. Sistemas de Información basados en Computadoras para la Administración Moderna. Versión española de José Meza Nieto, Editorial Diana, 1974.
- NEUFRET ERNEST. Arte de Proyectar en Arquitectura, Gustavo Gili, Barcelona España.
- S.T.C. (SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO) Datos Generales del Metro de México, México, 1983.
- S.T.C. Documento Resumen del Pilotaje Automático y la Regulación Automática, México, 1980.
- S.T.C. La operación del Metro de México, México, 1980.
- SOFRETU. Especificaciones Funcionales del Dispositivo de Conducción, México - Paris, 1980.
- UNION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS PUBLICS. Recueil International de Statistiques des Transports Publics, Lee H. Rogers, Bruxelles, Belgique, 1986.
- UNION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS PUBLICS. Securite Incendie Dans les Metros, Paris, 1980.