

VII.2 Programación de acciones y uso de recursos con ruta crítica y teoría de nodos.

Programación de Acciones:

Def. de RED.- Conjunto de puntos llamados nodos que están unidos entre sí por líneas que se denominan arcos.

Ejemplos: sistema de transporte colectivo, las rutas de los aviones, los sistemas de transporte por las carreteras, el sistema de comunicaciones telefónicas, etc.

También llamada red de actividades, tradicionalmente, una red de actividad se define como una representación de dos aspectos muy particulares de cualquier proyecto, que son:

Una relación de precedencia entre las diferentes actividades del proyecto, y
La duración y el costo de cada actividad.

Se define como precedencia a una relación binaria que puede ser:

Transitiva: (si la actividad u precede a la actividad v y ésta a su vez precede a la actividad z, entonces u precede a z).

No reflexiva: (la actividad u no puede precederse a sí misma),

No simétrica: (si la actividad u precede a la actividad v, entonces v no puede preceder a la actividad u).

La relación de precedencia entre las actividades de un proyecto se establece por la naturaleza, la tecnología o la misma sociedad, donde el proyecto se realiza. Así, la vejez precede a la muerte, la adolescencia a la vejez y la infancia precede a la adolescencia. Desde el punto de vista tecnológico, la construcción de los cimientos de una estructura, a la construcción de los diferentes niveles y la adquisición de un terreno precede a la construcción. Desde el punto de vista de nuestra sociedad se establece como un hecho aceptado (para bien o para mal), que un certificado de educación primaria precede al de secundaria, este a su vez al de preparatoria o vocacional, éstos al profesional y por último éste precede al de postrado.

En las redes de actividad, los nodos representan los eventos, que son hechos bien definidos en el tiempo (tal como el término de una carrera profesional, el matrimonio, el divorcio, la recepción de un cargamento, etc.). Y los arcos representan una actividad (tal como estudiar, casarse, divorciarse, distribuir mercancía, etc.). Las actividades consumen tiempo, dinero, recursos humanos y requieren de cierto talento para ejecutarse. Hay ciertas actividades que consumen cero energía, cero tiempo, cero recursos humanos y no requieren de ningún talento para ejecutarse. Este tipo de actividades se les conoce con el nombre de actividades ficticias. Asociados a las actividades ficticias, existen eventos ficticios.

Las redes de actividad tienen un solo nodo inicial y un solo nodo terminal. En el caso de que un proyecto tenga varios nodos iniciales y terminales, se puede lograr la propiedad anterior, de un solo nodo inicial y un solo nodo terminal, con el uso de nodos o eventos ficticios. El nodo inicial tiene la propiedad de él emanan una o varias actividades, pero ninguna precede al evento asociado con este nodo inicial. En cambio, el nodo terminal tiene la propiedad de que es precedido por uno o varios eventos, pero el evento asociado a este nodo terminal no precede a ningún otro evento del proyecto. En las redes

de actividad no se permite que exista más de una actividad entre dos eventos. Por lo tanto si en el proyecto real existe más de una actividad entre dos eventos, se añaden tantos eventos ficticios como sean necesarios, todos ellos con actividad de duración cero, a fin de satisfacer esta condición. Así por ejemplo en la Fig. siguiente, las tres actividades que van del evento i al evento j con duración respectiva de t_1 , t_2 y t_3 unidades de tiempo, quedan transformadas mediante al adición de los eventos ficticios k y p, en una red de actividad equivalente, donde entre dos eventos hay una y sólo una actividad.

Uso de Recursos con Ruta Crítica

Uno de los procedimientos más utilizados dentro de los proyectos que requieren de una buena planeación, programación y coordinación de muchas actividades interrelacionadas es el método de la ruta crítica.

La ruta crítica se aplica a una red de proyectos, la cual es una representación gráfica de todas las actividades con sus tiempos estimados y sus relaciones de precedencia entre sí. Además la red también indica las actividades que se realizan “en paralelo” y las que se realizan “en serie”. Las primeras son las que tienen lugar a la par de otras y que su atraso no repercute de manera directa en todas las demás actividades. Y las segundas son las que tienen una precedencia de otra actividad y su atraso provocaría el de todas las demás actividades que le siguieran.

La ruta crítica busca principalmente determinar entre todos los posibles caminos de una red de proyectos las actividades que si se retrasaran en su ejecución o en su comienzo provocarían el retraso de todo el proyecto en general. Y así tener esta manera especificadas cuáles son las actividades claves en su tiempo de ejecución.

Existen dos conceptos principales en lo referente a la ruta crítica. Estos son:

- El inicio más rápido
- La terminación más tardía

El inicio más rápido se define para un evento j como :

$$IR_j = \text{MAX}(t_{ij})$$

Donde: t_{ij} es la suma de todos los tiempos desde el evento i hasta el j.

La terminación más tardía se define para un evento j como:

$$\begin{aligned} TT_j &= \text{MIN}(TT_m - t_{jk}) \\ TT_m &= IR_m \end{aligned}$$

Donde: TT_m es la terminación más tardía del último evento m.

t_{jk} es la suma de todos los tiempos desde el evento j hasta el último evento m.

Por último se define a la holgura para un evento i como:

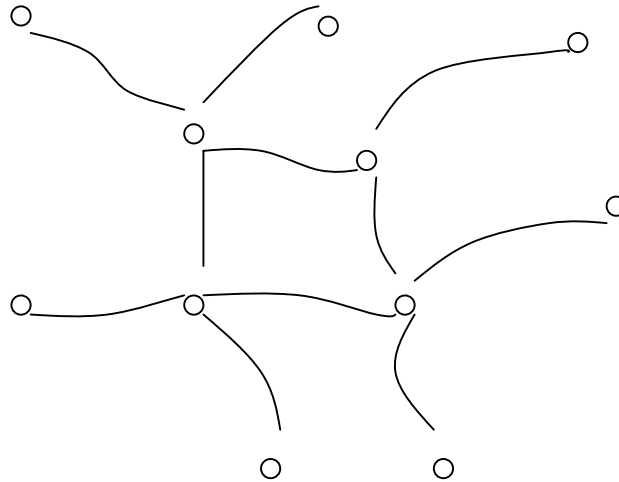
$$H_i = TT_i - IR_i$$

Una vez definidos los conceptos anteriores se puede entender que la ruta crítica de una red de actividades será el conjunto de todas aquellas que tengan holgura igual a cero, pues sus tiempos de comienzo, fin y duración no deben rebasarse si no se quiere retrasar el proyecto.

Teoría de Nodos

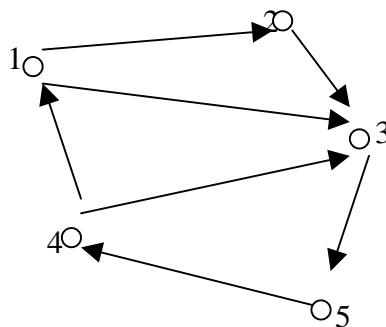
Una red es un conjunto de puntos llamados nodos, que están unidos entre sí por líneas que se denominan arcos.

Ejemplos de red es el sistema de transporte colectivo metro, las estaciones son los nodos y las líneas del metro son los arcos.



Otros ejemplos son: en las rutas de los aviones, las ciudades son los nodos y las trayectorias son los arcos, el sistema de ejes viales, el sistema de comunicaciones telefónicas, el sistema de transporte de carreteras, etc.

Una red se puede describir enumerando los nodos y los arcos que la constituyen. Así los nodos se numeran o se indican con letras del alfabeto, y los arcos se denotan por los nodos o puntos que conecta.



Además de la representación gráfica, una red también puede representarse como una matriz booleana, formada por ceros y por unos, en donde los renglones *i* y las columnas *j* serán los nodos de la red.

	1	2	3	4	5
1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0

3 0 0 0 0 1
4 1 0 1 0 0
5 0 0 0 1 0

Un arco puede ser dirigido, si tiene asociado un sentido, o no dirigido en el caso de que no tenga asignado un sentido.

Conceptos importantes de una red

Cadena: es un conjunto ordenado de arcos que conectan a dos nodos por medio de nodos intermedios.

Red conexa: es una red para la cual existe una cadena entre cualquier par de nodos, la red del metro es una red conexa.

Ciclo: es una cadena que conecta a un nodo con el mismo.

Árbol: es una red conexa que no contiene ciclos.

Cuestionario:

1. ¿Qué es la ruta crítica?
2. ¿Cuál es la utilidad de la ruta crítica?
3. ¿Qué es un nodo?
4. ¿De qué forma se puede representar una red?
5. Mencione un ejemplo de red conexa.

Bibliografía :

PRAWDA Juan, Métodos y modelos de investigación de operaciones, Limusa.

LIEBERMAN Gerald, Introducción a la investigación de operaciones, Mc Graw Hill.