

Introducción de Nuevas Centrales

Sr. T. Fried, UIT



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**



INTRODUCCION DE NUEVAS CENTRALES

Deben introducirse nuevas centrales en la red si con ello se disminuye el costo total de la misma. Asumiendo límites óptimos, la nueva central, en cualquier ubicación dada (x,y) del área, generalmente tiene los siguientes efectos:

- **disminuye** el costo de la **red de abonado**, debido a los cables más cortos y menos caros;
- **aumenta** el costo de la **red de empalme**, debido a que la eficiencia de las rutas entre centrales decrece con la disminución del tráfico;
- **aumenta** el costo de los **edificios** y de las **centrales**

Naturalmente, sólo necesitan considerarse aquellas ubicaciones donde la ganancia neta, es decir, el cambio del costo total es positivo y de tales ubicaciones, nos interesan aquellas que muestran las máximas ganancias. Teóricamente, uno puede calcular una “**función de ganancia**”, $F(x,y)$, en el área, seleccionar la ubicación con el valor F más alto, corregir F en las inmediaciones de la ubicación seleccionada, seleccionar otra ubicación que ahora tenga el valor F más alto, y así sucesivamente mientras haya valores F positivos en el área. Ejemplos de tales “funciones de ganancia” se presentan en las figuras, al final de esta sección, las cuales muestran $F(x,y)$ para la configuración inicial y luego de la introducción de centrales nuevas en ubicaciones más rentables.

Sin embargo, este método prácticamente no es factible debido a la gran cantidad de cálculos que requiere. Por tanto, estamos obligados a reducir drásticamente el número de ubicaciones para las cuales se calcula $F(x,y)$.

Como la pérdida económica en la *red troncal* no se afecta mucho por la posición exacta de una central, es evidente que lo hay que hacer es buscar ubicaciones donde la ganancia de la *red de abonado* sea alta. Como las ganancias más grandes ocurren donde los abonados tienen que usar cables largos y caros, y estos usualmente se encuentran en los bordes de las áreas de la central, es decir a lo largo de los límites de la central, podemos asumir que las ubicaciones apropiadas se pueden encontrar en la **intersección de límites** de dos o más **áreas de central**. Esto disminuirá substancialmente el número de puntos a ser investigados y, consecuentemente, el trabajo de cálculo se reducirá significativamente. Sin embargo, los puntos de intersección que así se encuentran no son las ubicaciones óptimas para las nuevas centrales, debido a la influencia de la red de empalme y a las irregularidades de la distribución actual de abonados, pero usualmente están lo suficientemente cerca como para servir de primera aproximación en el procedimiento expuesto a continuación.

Paso 1 : Encontrar los *puntos de intersección* entre los límites de todas las centrales, existentes o planeados en una iteración anterior.

Paso 2 : Para *cada* punto,

- encontrar los límites de área tentativos;
- optimizar la ubicación de acuerdo a estos límites;
- repetir este proceso iterativo hasta que no ocurran cambios significativos, o hasta que se haya efectuado un número predeterminado de mejoras, o hasta que la ubicación esté muy cerca de la ubicación de un punto previamente calculado (en este caso las dos soluciones serán prácticamente idénticas).

Paso 3 : Habiendo llegado así a la **ubicación óptima** para este punto, puede estimarse **el cambio en el costo total de la red**. El cambio de costo concierne a

- la red de abonado,
- la red de empalme,
- centrales y edificios,

y los cálculos deben hacerse para la nueva central tentativa, así como para las centrales circundantes a aquellas áreas que han sido afectadas.

Paso 4 : Los pasos 2 y 3 se llevan a cabo para cada uno de los puntos encontrados en el paso 1 y/ o para los puntos especificados por otros métodos, tal como se definieron en los datos de entrada. La **ganancia total** de cada punto se investiga para determinar qué punto o combinación de puntos debe introducirse como nueva central.

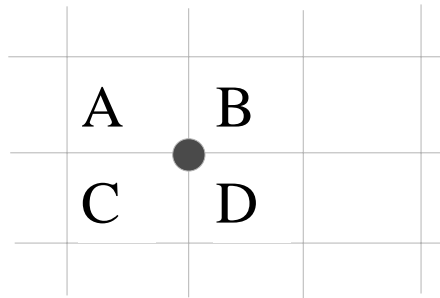
Las figuras al final de esta sección muestran los puntos de intersección y la “función de ganancia” para una red pequeña. También muestran 3 iteraciones consecutivas en la introducción de las centrales.

Puntos de intersección de límites

Los puntos de intersección se calculan entre todos los límites de área. Tales límites pueden ser:

- **límites de central**, separando dos áreas de centrales;
- **límites de área total**, separando el área bajo consideración del área exterior;
- límites de **áreas cerradas** que no están bajo consideración, tales como parques, lagos, etc.

En el caso donde cada elemento de cuadrícula pertenece totalmente a una central dada, es bastante simple encontrar los puntos de intersección. Consideremos la combinación de 4 elementos de cuadrícula arreglados en dos filas consecutivas como sigue:



El centro de esta combinación es un punto de intersección, si los elementos A, B, C y D pertenecen a **3 ó 4 centrales diferentes** (el área exterior y las áreas cerradas se consideran como una “central” dentro de este contexto).

En el caso en el que un elemento de cuadrícula se puede dividir entre 2 ó más centrales, el problema consiste en encontrar la intersección entre líneas rectas aproximándose a los límites exactos (Ver documento “Ubicaciones y Límites de Central”).

Cálculo de límites para centrales tentativas

En el curso del proceso de optimización, se investigará un gran número de centrales tentativas. Para acelerar los cálculos, los límites se investigan de acuerdo a un método simplificado. Este método desconoce la influencia de los costos de la central, el edificio y la red de empalme, y coloca los límites equidistantes a las centrales adyacentes. Además, estas líneas equidistantes se redondean al elemento de cuadrícula más cercano.

Entonces, para cualquier elemento de cuadrícula (i,j) dentro de estos límites, se llevan a cabo los siguientes pasos:

- cálculo de la distancia, tipo de cable y costos de la central “vieja”;
- iguales cálculos para la central nueva;
- el costo decreciente para el elemento de cuadrícula (i,j) se encuentra multiplicando la diferencia entre estos costos por el número de abonados, sub (i,j);
- sumando estas disminuciones de costos para todos los (i,j) considerados para la nueva central, se obtiene la disminución total en la red de abonado para esta central tentativa;
- para estimar los cambios en la **red de empalme**, se establece un arreglo NESUB(L,I), que contiene el número de abonados de la zona de tráfico I tomado de la central “vieja” L.
- para **mejorar las ubicaciones de central**, las sumas de S(i,j) ponderadas por el costo/km del cable propio, se acumulan para cada fila y columna de la cuadrícula.

Mejoramiento de la ubicación para la central tentativa

Nuevamente para ahorrar tiempo, en este procedimiento no se usa el método exacto que se describe en el capítulo 2.3 **Ubicaciones**. El método simplificado, obviando la influencia de la red de empalme, encuentra el **centro de gravedad**, es decir, el punto donde hay un balance de abonados a la izquierda y a la derecha, arriba y abajo. Como se describió en la sección anterior, los abonados se han ponderado por el costo/km del cable a ser usado por cada elemento de cuadrícula.

Cambios de costo en la red de empalme

Los cambios de costo en la red de empalme, resultantes de la introducción tentativa de una nueva central, se estiman de la siguiente manera:

Rutas entre centrales “viejas”

Para cualquier central “vieja”, L, tenemos dos grupos de valores que describen el número de abonados para una zona de tráfico dada, I :

NSUB(L,I) = abonados de la zona de tráfico I pertenecientes a la central L antes de introducir la nueva central;

NESUB(L,I) = abonados de la zona de tráfico I cambiados de la central L a la nueva central.

Así, el número de abonados de la zona de tráfico I pertenecientes a la central L después de la introducción de la nueva central es NSUB (L,I) - NESUB (L,I).

Entonces, entre centrales “viejas” L y M, el tráfico anterior a la introducción de la nueva central era

$$A_{LM} = \sum_{I,J} [NSUB(L,I) \cdot NSUB(M,J) \cdot a_{IJ}]$$

donde a_{IJ} es el tráfico desde un abonado en la zona de tráfico I a un abonado en la zona de tráfico J.

El tráfico de L a M después de introducir la central nueva es

$$A_{LM}^* = \sum_{I,J} [NSUB(L,I) - NESUB(L,I)] \cdot [NSUB(M,J) - NESUB(M,J)] \cdot a_{IJ}$$

El cambio de costo para este par de centrales se estima entonces como

$$(A_{LM}^* - A_{LM}) \quad (\text{costo por erlang L a M})$$

donde el “costo/erlang” se ha calculado en la iteración anterior.

Rutas entre las centrales nuevas y las “viejas”

El tráfico desde la central nueva, E, a cualquier central “vieja” L se puede escribir como

$$A_{EL} = \sum_{I,J} SUBNE(I) \cdot [NSUB(L,J) - NESUB(L,J)] \cdot a_{IJ}$$

donde SUBNE(I) representa los abonados de la zona de tráfico I pertenecientes a la central nueva. Obviamente,

$$SUBNE(I) = \sum_K NESUB(K,I)$$

El tráfico de L a E se calcula de manera similar.

El costo por circuito entre E y L se calcula entonces como es usual.

La ruta directa entre E y L se puede ahora dimensionar de la manera usual, en base al tráfico, el grado de servicio y las exigencias del encaminamiento. El efecto del tráfico de desbordamiento a otras partes de la red se estima, otra vez, por el uso de los valores “costo/erlang” obtenidos en la iteración anterior.

La suma de todos los cambios de costos dará el estimado deseado del cambio total en la red de empalme.

Cambios de costos en la central y en el edificio

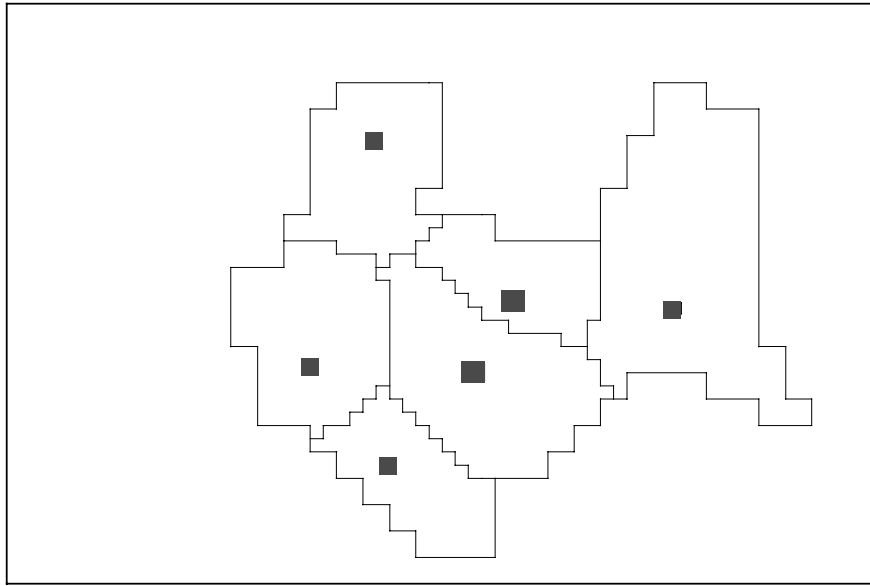
Las centrales “viejas” que han perdido abonados por la central nueva, se reconfiguran en base a los requerimientos de nuevos abonados y circuitos y se calculan los cambios de costo. Lo mismo se hace para la configuración y costos del edificio.

La nueva central se costea de la manera usual.

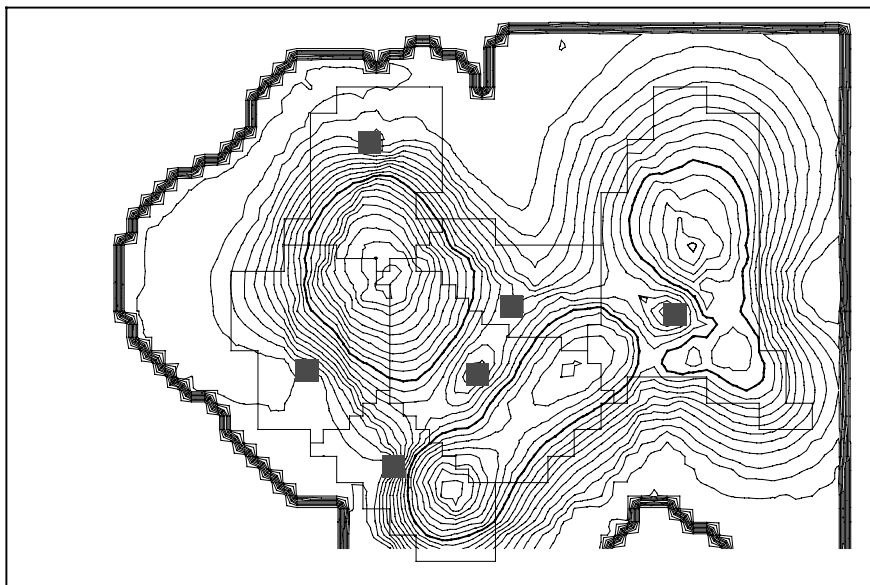
Las figuras en las próximas páginas muestran:

- la configuración inicial de una red, con centrales y límites;
- la función de ganancia para esta configuración inicial; las líneas en forma de “huellas digitales” conectan puntos de igual costo, lo que significa que colocar una nueva central a cualquier punto en una línea dada tendrá las mismas consecuencias económicas para la red. Las líneas más gruesas alrededor de las ubicaciones óptimas corresponden a una línea de costo cero, lo que significa que colocar una central en dicha línea alterará la configuración de la red, pero no cambiará el costo total de la misma;
- las nuevas funciones de ganancia después de introducir las centrales en ubicaciones rentables.

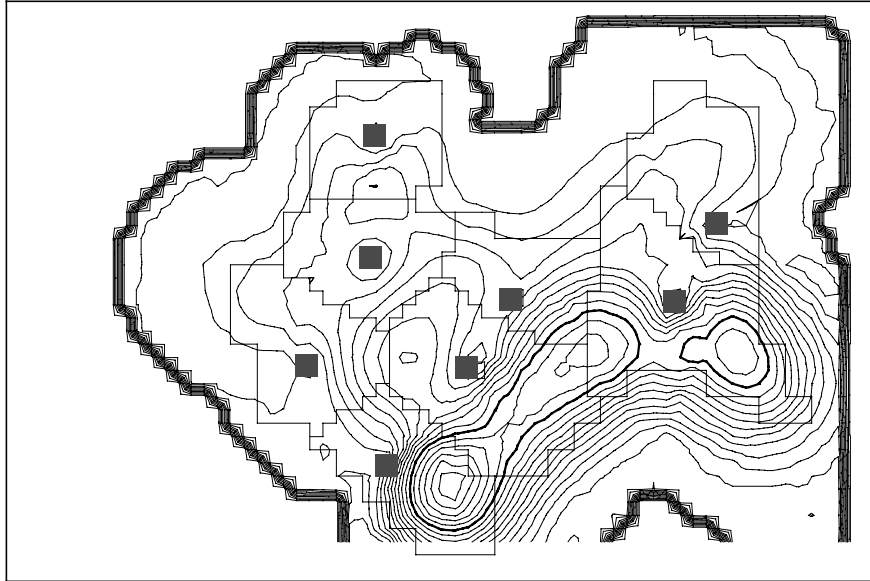
La configuración inicial, mostrando ubicaciones y fronteras de central:



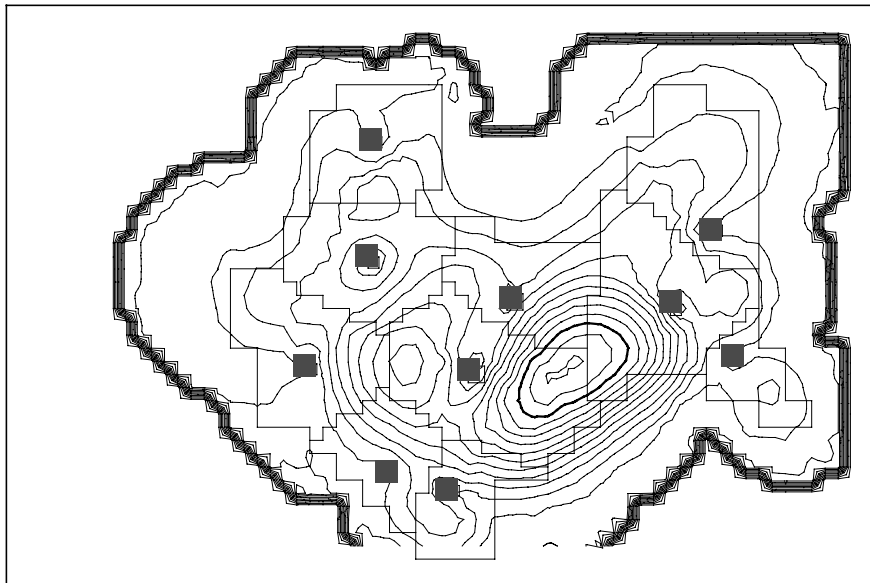
La misma configuración, mostrando ahora la “función de ganancia”. Pueden verse tres áreas rentables.



Se selecciona dos nuevas centrales y se calcula una nueva función de ganancia.



Permanecen dos áreas rentables y se introducen dos nuevas centrales de acuerdo a ello.



Sólo queda un área rentable, pero las ganancias potenciales no son muy grandes.

Como se describió anteriormente, la búsqueda de ubicaciones de centrales nuevas comienza siempre en la intersección de los límites de central. En las figuras anteriores se puede ver que estos puntos de intersección están usualmente muy cerca de las áreas de ubicación óptima. Esto hace el procedimiento rápido y exacto.