

Ubicaciones y Límites de las Centrales

Soluciones a los Estudios de Caso

Sr. T. Fried, UIT



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



Estudio de Caso : Ubicaciones y Límites de las Centrales

Solución al ESTUDIO DE CASO 1

LIMITES DE CENTRALES

Para este caso simple, el límite entre las centrales se situará de tal manera que la distancia de la VIEJA central y de la NUEVA central con respecto al límite será igual.

Entonces, para cada elemento de cuadrícula de abonado podemos, simplemente, encontrar cuál es la central más cercana y luego asignarle el elemento a dicha central.

El límite resultante se muestra en la siguiente página.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1 :



ubicación de la central existente (VIEJA)



ubicación de la nueva central (NUEVA)

Solución al ESTUDIO DE CASO 2

LIMITES DE CENTRALES

Este caso es un poco más complicado que el anterior. Ahora el límite óptimo no estará a igual distancia de las dos centrales, sino a igual costo.

Como las dos centrales tienen diferentes formas de conectar abonados y como la extensión y el costo de los cables se expresan en km., lo primero que se debe hacer en cambio, para facilitar nuestros cálculos, es expresar las extensiones y los costos en elementos de cuadrícula.

Tabla 1

MEDIOS DE TRANSMISION PARA RED DE ABONADOS

Tipo	Costo	Costo / km	distancia max. (km)	Central
0.4 mm	0	2.4	2.5	VIEJA
0.5 mm	0	2.8	4.0	VIEJA
RSU	1.3	0.4	-	NUEVA

Tabla 1 Ajustada :

MEDIOS DE TRANSMISION PARA LA RED DE ABONADOS

Tipo	Costo	Costo / 250 m	distancia max. (250 m)	Central
0.4 mm	0	0.6	10	VIEJA
0.5 mm	0	0.7	16	VIEJA
RSU	1.3	0.1	-	NUEVA

Ahora podemos comenzar a investigar los elementos de cuadrícula individuales.

Se pueden observar las siguientes relaciones entre las centrales:

$$d_1 \cdot 0.6 = d_2 \cdot 0.1 + 1.3$$

$$d_1 + d_2 = 21 \quad \text{es decir, la distancia entre las centrales}$$

de donde obtenemos

$$d_1 = 4.8$$

$$d_2 = 16.2$$

Por tanto, en el área entre las centrales, el límite debe estar entre $d_1 = 4$ y $d_1 = 5$.

Para el área que no está entre las centrales, los elementos de la cuadrícula se deben investigar individualmente. Obviamente no investigamos todos los elementos, sino sólo aquéllos que son de interés.

El límite resultante se muestra en la próxima página.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2 :



ubicación de la central existente (VIEJA)



ubicación de la nueva central (NUEVA)

Solución al ESTUDIO DE CASO 3

UBICACION DE LA CENTRAL

Para los simples supuestos válidos para este estudio de caso, la ubicación óptima de una nueva central se sitúa en el punto donde

- el número de abonados a la izquierda de la central es igual al número de abonados del lado derecho;
- el número de abonados debajo de la central es igual al número de abonados que hay encima de ella.

Por tanto, calculamos el número de abonados en cada fila y columna de la matriz, y luego podemos encontrar fácilmente la fila y la columna óptimas para la central.

Fila	Suma	Suma acumulada	Columna	Suma	Suma acumulada
1	488	488	2	865	865
2	692	1180	3	2377	3242
3	651	1831	4	3147	6389
4	1042	2873	5	3864	10253
5	2036	4909	6	4192	14445
6	1929	6838	7	6139	20584
7	2605	9443	8	4824	25408 ← mediana
8	1763	11206	9	3949	29357
9	1679	12885	10	2777	32134
10	2078	14963	11	8566	37700
11	1732	16695	12	3171	40871
12	1719	18414	13	2387	43258
13	2205	20619	14	1549	44807
14	2731	23350	15	1686	46393
15	2343	25693 ← mediana	16	1017	47410
16	3001	28694	17	421	47831
17	2828	31522			
18	2576	34098			
19	2697	36795			
20	2503	39298			
21	2326	41624			
22	2133	43757			
23	1713	45470			
24	1229	46699			
25	879	47578			
26	238	47816			
27	15	47831			

La mediana de esta distribución es: $47831 \div 2 = 23915.5$

Luego encontramos la columna apropiada, viendo cuál de las sumas acumuladas de las filas contiene el valor 23915.5; esto ocurre en la fila 15.

Hacemos lo mismo para las sumas acumuladas de columnas; nos da la columna 8.

Así, la central debe entonces ubicarse en el elemento de cuadrícula (8,15)

Ver la próxima página.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 3 :  ubicación óptima de la nueva central

Solución al ESTUDIO DE CASO 4

INTRODUCCION DE UNA NUEVA CENTRAL

La optimización se lleva a cabo mediante los siguiente pasos:

- 1 Asumir el límite inicial; ver Figura 4.
- 2 Encontrar la ubicación óptima de la nueva central como en el Estudio de Caso 3.
El resultado se muestra en la Figura 4 / Fase 1.
- 3 Optimizar el límite entre centrales, como en el Estudio de Caso 1.
El resultado se muestra en la Figura 4/ Fase 2.
- 4 Encontrar la ubicación óptima de la nueva central.
El resultado se muestra en la Figura 4/ Fase 2.
- 5 Límite de reoptimización.
El resultado se muestra en la Figura 4/ Fase 3.
- 6 Encontrar la ubicación óptima para la nueva central.
El resultado se muestra en la Figura 4/ Fase 3.
- 7 Límite de reoptimización.
Esta vez no hay cambio en el límite, lo cual significa que se ha encontrado la solución óptima.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4 a :



ubicación de la central existente (VIEJA)



límite inicial de la nueva central, y su ubicación correspondiente



0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4 b :



ubicación de la central existente (VIEJA)



nuevo límite de la central y su ubicación correspondiente



0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	326	81	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	407	163	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	366	204	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	117	156	40	323	284	122	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	195	391	236	323	323	326	41	43	43	72	43	0
0	0	0	0	0	43	121	234	235	194	150	132	190	222	188	148	72	0
0	0	0	0	0	175	218	38	208	326	310	240	283	317	317	101	72	0
0	0	0	0	0	190	263	263	125	332	155	141	36	61	69	62	66	0
0	0	0	0	76	381	264	224	0	133	142	84	74	77	87	84	53	0
0	0	0	0	229	381	305	300	270	57	192	47	74	35	60	88	40	0
0	0	0	17	140	267	341	271	203	0	112	51	55	61	88	100	26	0
0	0	0	102	339	170	226	86	164	0	187	96	69	61	87	106	26	0
0	0	0	106	203	204	427	192	204	0	201	192	190	51	83	129	23	0
0	0	20	356	267	79	400	192	204	0	328	235	338	99	142	71	0	0
0	0	88	212	356	267	253	97	85	0	178	200	338	99	142	28	0	0
0	0	300	300	257	264	528	190	213	0	322	177	169	113	140	28	0	0
0	0	300	344	300	131	276	189	213	0	402	215	234	112	112	0	0	0
0	110	173	172	344	172	417	184	268	0	299	183	84	142	28	0	0	0
0	115	376	290	133	155	417	261	304	0	392	56	142	56	0	0	0	0
0	150	303	361	193	306	200	217	77	246	238	142	70	0	0	0	0	0
0	340	365	170	163	307	278	186	172	163	98	84	0	0	0	0	0	0
0	150	365	277	436	182	215	34	258	118	98	0	0	0	0	0	0	0
0	0	87	420	242	298	112	190	166	142	56	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	186	220	162	404	144	93	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	323	404	133	19	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	81	121	21	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4 c :



ubicación de la central existente (VIEJA)



límite final de la nueva central y ubicación correspondiente

