



Instituto Politécnico Nacional



*Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y
Tecnologías Avanzadas*

Sistemas celulares

Tarea 3

Profesor

Olivia Alva Vargas

Alumno

Alvarado Balbuena Jorge Anselmo

Grupo

2TV7

23/09/2019

Índice

1. Antecedente	3
1.1. Distribución de frecuencias	3
1.2. Cantidad de frecuencias	3
2. Desarrollo	4
2.1. GSM	4
2.1.1. Composición de la red	4
2.2. TDMA	5
2.3. Erlang B	5
2.3.1. Requerimiento de Erlang B	5
2.4. Parámetros de Poisson	7
2.5. Gos 80 %	8
2.6. Gos 99.8 %	10
3. Conclusión	12

Índice de figuras

1. Diagrama general de GSM.	4
2. Avenidas de transito.	6
3. Total de circuitos en el Clúster.	7
4. Parámetros que entrega la distribución de Poisson.	9
5. Parámetros que entrega la distribución de Poisson.	11
6. Evolución demográfica del municipio de Nezahualcóyotl.	12

Índice de tablas

1. Distribución de canales.	3
-------------------------------------	---

1. Antecedente

1.1. Distribución de frecuencias

Para este estudio se tomara la distribución de frecuencias realizada en el análisis anterior. La distribución se muestra en la siguiente tabla.

Clúster	Célula	Sector	Número de canales	Canales
1	1	1	95	[1,31]
1	1	2		[32,63]
1	1	3		[64,95]
1	2	1	95	[96,127]
1	2	2		[128,159]
1	2	3		[160,191]
1	3	1	95	[192,287]
1	4	1	95	[288,383]
1	5	1	95	[384,431]
1	5	2		[432,479]
1	6	1	95	[480,527]
1	6	2		[528,575]
1	7	1	95	[576,623]
1	7	2		[624,671]
2	1	1	95	[1,31]
2	1	2		[32,63]
2	1	3		[64,95]
2	2	1	95	[96,191]
2	3	1	95	[192,223]
2	3	2		[224,255]
2	3	3		[256,287]
2	4	1	95	[288,335]
2	4	2		[336,383]
2	5	1	95	[384,431]
2	5	2		[432,479]
2	6	1	95	[480,575]

Tabla 1: Distribución de canales.

1.2. Cantidad de frecuencias

Tomando la tabla anterior, se tiene lo siguiente: para los dos clústeres ($N_c=2$) que se tienen, hay un total de 1342 canales ($n_c=1342$).

2. Desarrollo

2.1. GSM

GSM (Sistema global para comunicación móvil) es una red móvil digital que es ampliamente utilizada por usuarios de teléfonos móviles en Europa y otras partes del mundo. GSM utiliza una variación de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y es la más utilizada de las tres tecnologías de telefonía inalámbrica digital: TDMA, GSM y acceso múltiple por división de código (CDMA). GSM digitaliza y comprime datos, luego los envía por un canal con otros dos flujos de datos de usuario, cada uno en su propio intervalo de tiempo. Opera en la banda de frecuencia de 900 megahertz (MHz) o de 1,800 MHz.

GSM, junto con otras tecnologías, es parte de la evolución de las telecomunicaciones móviles inalámbricas que incluye datos de conmutación de circuitos de alta velocidad (HSCSD), servicio general de radio por paquetes (GPRS), entorno GSM de datos mejorados (EDGE) y servicio universal de telecomunicaciones móviles (UMTS).

2.1.1. Composición de la red

La red GSM tiene cuatro partes separadas que funcionan juntas para funcionar como un todo: el dispositivo móvil en sí, el subsistema de estación base (BSS), el subsistema de conmutación de red (NSS) y el subsistema de operación y soporte (OSS).

El dispositivo móvil se conecta a la red a través del hardware. La tarjeta del módulo de identidad del suscriptor (SIM) proporciona a la red información de identificación sobre el usuario móvil.

Global system for mobile (GSM) network

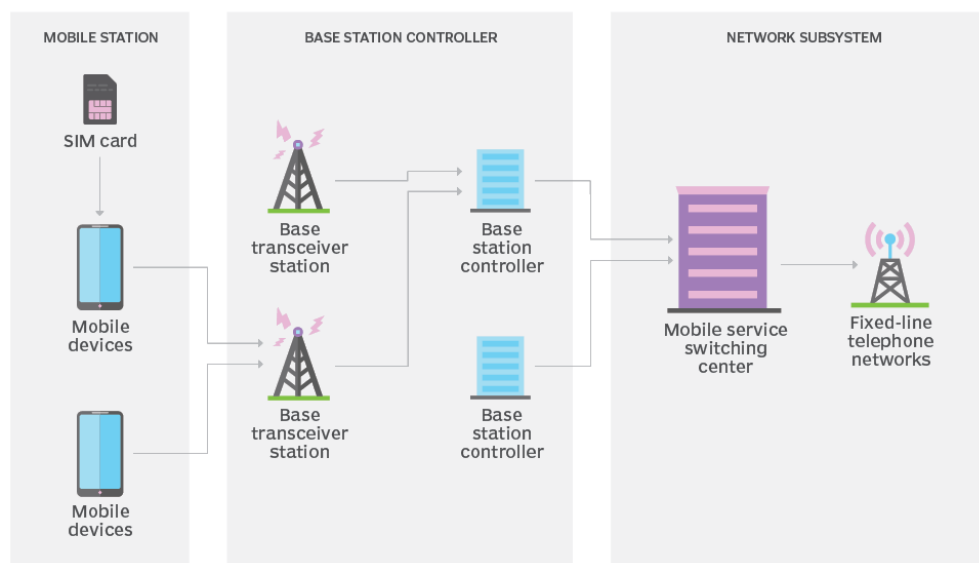


Figura 1: Diagrama general de GSM.

El BSS maneja el tráfico entre el teléfono celular y el NSS. Se compone de dos componentes principales: la estación transceptora base (BTS) y el controlador de la estación base (BSC). El BTS contiene el equipo que se comunica con los teléfonos móviles, en gran parte los receptores y antenas del transmisor de radio, mientras que el BSC es la inteligencia detrás de él. El BSC se comunica con y controla un grupo de estaciones transceptoras base.

La porción NSS de la arquitectura de red GSM, a menudo llamada red central, rastrea la ubicación de las personas que llaman para permitir la entrega de servicios celulares. Los operadores de telefonía móvil son dueños del NSS. El NSS tiene una variedad de partes, incluido el centro de conmutación móvil (MSC) y el registro de ubicación del hogar (HLN). Estos componentes realizan diferentes funciones, como el enrutamiento de llamadas y el Servicio de mensajes cortos (SMS) y la autenticación y almacenamiento de información de la cuenta de la persona que llama a través de tarjetas SIM.

2.2. TDMA

TDMA (acceso múltiple por división de tiempo) es una tecnología utilizada en la comunicación digital de teléfonos celulares que divide cada canal celular en tres intervalos de tiempo para aumentar la cantidad de datos que se pueden transportar.

TDMA es utilizado por el Servicio de telefonía móvil digital (D-AMPS), el Sistema global para comunicaciones móviles (GSM) y el Celular digital personal (PDC). Cada uno de estos sistemas implementa TDMA de maneras algo diferentes y potencialmente incompatibles. Un esquema de multiplexación alternativo a FDMA con TDMA es CDMA (acceso múltiple por división de código), que toma todo el rango de frecuencia asignado para un servicio dado y multiplexa información para todos los usuarios en todo el rango de espectro al mismo tiempo.

2.3. Erlang B

Es particularmente importante comprender los volúmenes de tráfico en las horas pico del día. El tráfico de telecomunicaciones, como muchos otros productos, varía a lo largo del día y también durante la semana. Por lo tanto, es necesario comprender el tráfico de telecomunicaciones en las horas pico del día y poder determinar el nivel aceptable de servicio requerido. La figura Erlang B está diseñada para manejar los períodos pico u ocupado y para determinar el nivel de servicio requerido en estos períodos.

Esencialmente, los diseñadores de sistemas telefónicos utilizan el modelo de tráfico Erlang B para estimar el número de líneas requeridas para las conexiones PSTN o las conexiones de cable privadas. Las tres variables involucradas son Tráfico de hora ocupada (BHT), Bloqueo y Líneas.

2.3.1. Requerimiento de Erlang B

Para lo requerimiento de Erlang B, se toma como base principal los cambios de población inmigrante y emigrante referente al transporte público. Dada la cercanía del municipio con la terminal del transporte colectivo metro, Pantitlán. El mayor aumento en la población tiene como fuente el municipio de Chimalhuacán y el complemento del municipio de La Paz.

Este transito se realiza por tres avenidas principales que se encuentran paralelas entre sí. Estas avenidas

son: Av. Bordo de Xochiaca, Av. Chimalhuacán y Av. Pantitlán. Partiendo de la población económicamente activa en Chimalhuacán en el año 2000 que es de 246100 de acuerdo con cifras expuestas por el INEGI. De esta población se tomará un 40 % de esta población dado que no necesariamente toda esta población tiene que pasar por este municipio para llegar al transporte metro. Para el municipio de La Paz se estima que hay una población de 35,226 económicamente activa. De este número se tomará el 20 %. Por último, para ambas poblaciones se supone que el 5 % de esa población es usaría de un dispositivo móvil.



Figura 2: Avenidas de transito.

$$246100 * 0.4 * 0.05 = 4922 \text{ usuarios} \quad (1)$$

$$35226 * 0.4 * 0.05 = 704 \text{ usuarios} \quad (2)$$

2.4. Parámetros de Poisson

Para el cambio de década se estima el aumento de población de usuarios en un 1.6 %.

$$61432.7 * 1.6 = 98292.32 \approx 98293 \quad (3)$$

Sumando la población mencionada en la sección anterior.

$$98293 + 4922 + 704 = 103919 \text{ usuarios} \quad (4)$$

Con el cambio del sistema AMPS a GSM, el grado de servicio aumenta de 80 % a un 99.8 %, por lo que el valor que será buscado en la tabla de Erlang A se calculará de nuevo. También es importante mencionar que los canales cambiaran por circuitos. El número de circuitos se obtiene con la siguiente expresión.

$$nTDMA = CH_{AMPS} * 8 = 1342 * 8 = 10736 \quad (5)$$

Se muestra en la siguiente imagen.

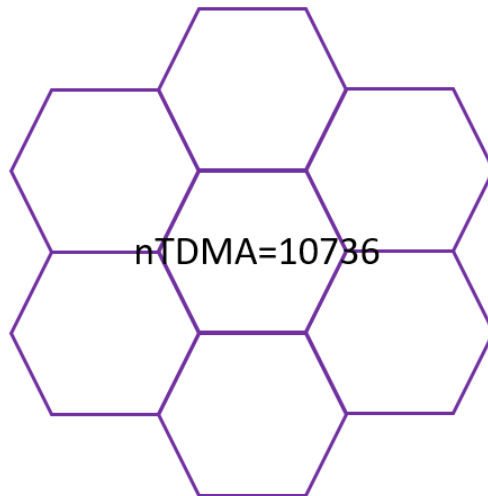


Figura 3: Total de circuitos en el Clúster.

2.5. Gos 80 %

$$\frac{100 - GoS}{100} = \frac{100 - 80}{100} = 0.2 \quad (6)$$

$$n = 301 \Rightarrow A = 371.52 \text{ Erlang}$$

$$n_{TDMA} = 1342 - > A_c = 1,656.411 \text{ Erlang}$$

$$A_{TDMA} = 1,656.411$$

El número de llamadas.

$$N_{TDMA} = \frac{A_{TDMA} * h_p}{\bar{t}} = \frac{1656.411 * 3600}{180} = 33,128.22 \text{ llamadas} \quad (7)$$

La relación de llamadas y la nueva población.

$$\frac{N}{p(00s)} = \frac{33128.22}{103919} = 0.31 \left[\frac{\text{llamadas}}{\text{usuarios}} \right] \quad (8)$$

La intensidad de tráfico.

$$\lambda = \frac{N}{h_p} = \frac{33128.22}{3600} = 9.2 \frac{\text{llamadas}}{\text{seg}} \quad (9)$$

Conociendo λ se calcula el espacio de arribos con la siguiente expresión.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{9.2} = 0.108 \quad (10)$$

La tasa de servicio μ

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{1}{180} = 5.55\bar{5} \text{ ms} \quad (11)$$

Por último se calcula la espera media de ocupaciones demoradas t_w y el tiempo máximo de espera \bar{t}_w . Se propone que t sea de 5 segundos. Esta propuesta tiene base en los requerimientos de Erlang B, más específico, en el parámetro de tiempo máximo de espera o asignación.

$$t_w = \frac{t}{t_m} = \frac{5}{180} = 0.027\bar{7} \text{ seg} \quad (12)$$

$$\bar{t}_w = t_w * P(> 0) = t_w * \lambda = t_w * \frac{N_{TDMA}}{h_p} = 0.027\bar{7} * \frac{33128.22}{3600} = 0.248 \text{ seg} \quad (13)$$

Los datos obtenidos anteriormente servirán para calcular los parámetros que entrega la distribución de Poisson. En seguida se muestra un diagrama con los parámetros que se obtendrán.

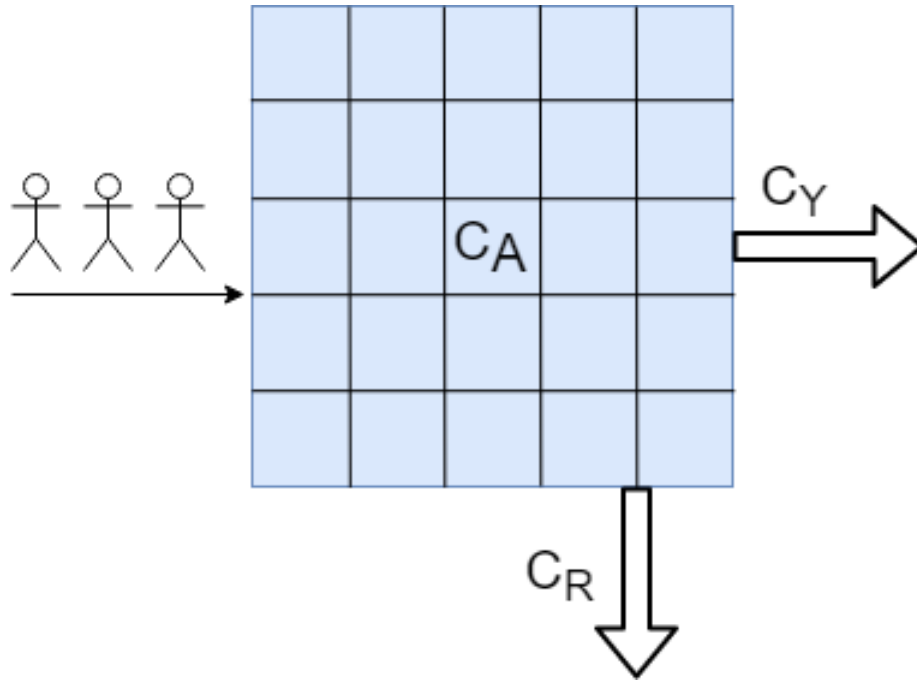


Figura 4: Parámetros que entrega la distribución de Poisson.

Primero se calcula las gestionadas atendidas C_A con la siguiente expresión.

$$C_A = n_{TDMA} * \lambda = 10736 * 9.2 = 98771.2 \quad (14)$$

Ahora las llamadas cursadas C_Y con un Erlang B igual a 0.01.

$$C_Y = C_A(1 - B) = 98771.2(1 - 0.01) = 97783.488 \quad (15)$$

Por ultimo las llamadas rechazadas.

$$C_R = C_A * B = 98771.2 * 0.01 = 987.712 \quad (16)$$

Con la información anterior se puede obtener las gestiones efectivas.

$$C_A - C_R = 98771.2 - 987.712 = 97783.488 \quad (17)$$

2.6. Gos 99.8 %

Ahora el valor de la tabla de Erlang A para un GoS 99.8 %.

$$\frac{100 - GoS}{100} = \frac{100 - 99.8}{100} = 0.002 \quad (18)$$

$$n = 301 \Rightarrow A = 264.18 \text{ Erlang}$$

$$n_{TDMA} = 1342 - > A_c = 1177.839 \text{ Erlang}$$

$$A_{TDMA} = 1177.839$$

El número de llamadas.

$$N_{TDMA} = \frac{A_{TDMA} * h_p}{\bar{t}} = \frac{1177.839 * 3600}{180} = 23556.781 \text{ llamadas} \quad (19)$$

La relación de llamadas y la nueva población.

$$\frac{N}{p(00s)} = \frac{23556.781}{103919} = 0.226 \left[\frac{\text{llamadas}}{\text{usuarios}} \right] \quad (20)$$

La intensidad de tráfico.

$$\lambda = \frac{N}{h_p} = \frac{23556.781}{3600} = 6.543 \frac{\text{llamadas}}{\text{seg}} \quad (21)$$

Conociendo λ se calcula el espacio de arribos con la siguiente expresión.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{6.543} = 0.152 \quad (22)$$

La tasa de servicio μ

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{1}{180} = 5.55\bar{5} \text{ ms} \quad (23)$$

Por último se calcula la espera media de ocupaciones demoradas t_w y el tiempo máximo de espera \bar{t}_w . Se propone que t sea de 5 segundos. Esta propuesta tiene base en los requerimientos de Erlang B, más específico, en el parámetro de tiempo máximo de espera o asignación.

$$t_w = \frac{t}{t_m} = \frac{5}{180} = 0.02\bar{7} \text{ seg} \quad (24)$$

$$\bar{t}_w = t_w * P(> 0) = t_w * \lambda = t_w * \frac{N_{TDMA}}{h_p} = 0.02\bar{7} * \frac{23556.781}{3600} = 0.176 \text{ seg} \quad (25)$$

Los datos obtenidos anteriormente servirán para calcular los parámetros que entrega la distribución de Poisson. En seguida se muestra un diagrama con los parámetros que se obtendrán.

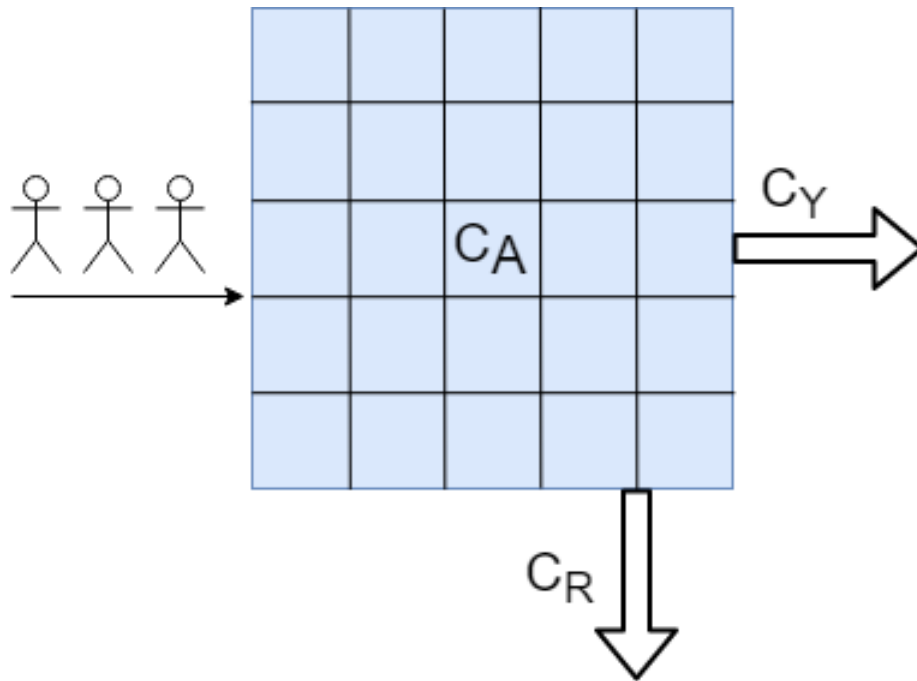


Figura 5: Parámetros que entrega la distribución de Poisson.

Primero se calcula las gestionadas atendidas C_A con la siguiente expresión.

$$C_A = n_{TDMA} * \lambda = 10736 * 6.543 = 70245.648 \quad (26)$$

Ahora las llamadas cursadas C_Y con un Erlang B igual a 0.01.

$$C_Y = C_A(1 - B) = 70245.648(1 - 0.01) = 69543.191 \quad (27)$$

Por ultimo las llamadas rechazadas.

$$C_R = C_A * B = 70245.648 * 0.01 = 702.456 \quad (28)$$

Con la información anterior se puede obtener las gestiones efectivas.

$$C_A - C_R = 70245.648 - 702.456 = 69543.19 \quad (29)$$

3. Conclusión

La población estimada para la realización de este estudio y la cual se tiene registrada en los inicios de la década de los 2000s varia bastante. En seguida se muestra una tabla mostrando la evolución demográfica del municipio.

Evolución demográfica de Nezahualcóyotl								
1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
580,436	1,341,230	1,255,456	1,233,681	1,225,972	1,136,300	1,104,585	1,039,867	1,228,654

Figura 6: Evolución demográfica del municipio de Nezahualcóyotl.

Para estos datos el cambio de AMPS a GSM resulta en que el servicio se clasificaría como insuficiente. Aunque hay factores demográficos y socioeconómicos que hay que tomar en cuenta. El primero de ellos, es considerado como uno de los municipios con mayor densidad poblacional. Así que si se pusiera en uso el sistema GSM en horarios de noche-madrugada-mañana, el sistema dejaría sin servicio a un gran número de la población. Estos supuestos pueden cambiar en la realidad.

Pero ¿por qué se menciona en concreto este horario? Como gran parte de los municipios del Estado de México que se encuentra alrededor de la Ciudad de México, también llamada zona conurbada, es considerada una ciudad dormitorio por su carácter mayoritariamente residencial. Esto quiere decir que la mayor parte de la población económicamente activa trabaja en otra zona, para en este caso particular, la Ciudad de México. Otra razón por la cual mencionar este horario, es que la población económicamente activa mayor a 30 años del municipio es de aproximadamente un 85.21 %.

De este porcentaje el 70,77 % son hombres y 39,52 % son mujeres. Por lo que la noche, cuando un gran número de población regresa, la madrugada, cuando la mayor parte de la población se encuentra en la zona y la mañana, cuando esa población que regreso vuelve a salir, son los periodos en lo que el sistema tiene una mayor demanda. Por lo que esto deja al día corriente como el horario cuando mejor servicio podría proporcionarse a la población. Se tiene que señalar que en caso de el suceso de una situación extraordinaria el sistema podría presentar deficiencias dejando a un gran numero de usuario sin servicio, aun tomando en consideración el reinicio del uso de los circuitos cada hora.