



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DISEÑO DE UN PAQUETE DE DATOS SOBRE UNA
RED LTE MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE
POLÍTICAS Y REGLAS DE COBRO.

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERÍA EN REDES.

PRESENTA
JUANITA ESMERALDA HERRERA

DIRECTOR DE TESIS
DR. HOMERO TORAL CRUZ

ASESORES PROPIETARIOS
DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC.
DR. JOSÉ ANTONIO LEÓN BORGES.

ASESORES SUPLENTES
M.T. MARTÍN ANTONIO SANTOS ROMERO.
M.S.I. LUIS FERNANDO MIS RAMÍREZ.



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2019



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS TITULADO
"DISEÑO DE UN PAQUETE DE DATOS SOBRE UNA RED LTE MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE
POLÍTICAS Y REGLAS DE COBRO."

ELABORADO POR
JUANITA ESMERALDA HERRERA

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERÍA EN REDES.

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:


DR. HOMERO TORAL CRUZ

ASESOR:


DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC

ASESOR:


DR. JOSÉ ANTONIO LEÓN BORGES

SUPLENTE:


M.T. MARTÍN ANTONIO SANTOS ROMERO


UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO
CONTROL ESCOLAR
TITULACIONES


M.S.I. LUIS FERNANDO MIS RAMÍREZ


UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DCI DIVISIÓN DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que lo han hecho posible, a mis padres y mi hijo por su invaluable apoyo y paciencia que han tenido en este proceso de estudios.

A mis profesores que me han compartido su valiosa experiencia y conocimientos para poder realizar este trabajo.

A mis mejores amigos, por estar allí cuando más lo necesitaba. A ti mi amigo muy especial por la inspiración y fortaleza y por creer en mí, que desde el principio estuviste allí hasta la culminación de esta meta.

No sería lo que soy si no fuera por ustedes que de alguna manera u otra han contribuido a la formación de la persona que ahora soy.

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer al Dios todo poderoso por la vida y la salud que me ha dado hasta este momento para realizar mis estudios, reconozco que sin Él, nada es posible.

Mis agradecimientos son para la Secretaría de Relaciones Exteriores y al Gobierno de México por la oportunidad de la beca que me concedió, para realizar mis estudios de Ingeniería en Redes en la Universidad de Quintana Roo; mis más sinceras gracias.

A mis profesoras y profesores, que también considero mis amigos. No existen palabras para expresar el agradecimiento por su tiempo y por compartir sus conocimientos conmigo. Todos ustedes han colocado más de una pieza del rompecabezas para la formación de la persona soy y seré en adelante.

Las siguientes generaciones de ingenieros en redes tienen mucha suerte de tener personas como ustedes en su formación académica.

Dr. Homero Toral Cruz

M.T.I. Vladimir Veniamín Cabañas Victoria

M.S.I. Laura Yésica Dávalos Castilla

M.S.I. Rubén Enrique González Elixavide

M.T.I. Melissa Blanqueto Estrada

Dr. Freddy Chan Puc

Dr. Víctor Sánchez Huerta

Dr. Jaime Silverio Ortegón

Dr. Joel Omar Yam Gamboa y Mtra. Norma Palacios

Y todos aquellos profesores con quienes tuve la oportunidad de tomar alguna materia, aunque no los mencione por nombre, mil gracias por su apoyo incondicional hacia el alumnado.

Índice

Índice de contenido

Introducción	- 1 -
1.1 Planteamiento del problema	- 1 -
1.2 Justificación	- 2 -
1.3 Objetivos	- 2 -
1.3.1 Objetivo General	- 2 -
1.3.2 Objetivos Particulares	- 2 -
Redes de Telecomunicaciones	- 4 -
2.1 Redes y su conexión por paquetes.....	- 4 -
2.2 Técnicas de comunicación de paquetes	- 4 -
2.3 Conmutación de paquetes en redes y diferentes protocolos.....	- 5 -
Arquitectura LTE.....	- 6 -
3.1 Perspectiva general de la arquitectura de la red EPC.....	- 7 -
3.1.1 El Núcleo de Red del EPC	- 9 -
3.1.2 Elementos de Red del EPC	- 10 -
3.2 Red de Acceso.....	- 12 -
3.2.1 Funciones de E-UTRAN	- 13 -
3.3 Funciones del Core de paquetes de datos móviles	- 14 -
Policy and Charging Resource Function	- 17 -
4.1 Introducción a PCRF	- 17 -
4.2 Definición del PCRF	- 18 -
4.3 La Arquitectura del PCRF.....	- 19 -
4.3.1 Servidor de Póliza	- 20 -
4.3.2 SPR – Repositorio de Perfil de Suscriptor.....	- 21 -
4.4 Interfaces para la implementación de PCRF.....	- 22 -
4.5 Flujo de Llamada con PCRF	- 24 -

4.6 Ventajas del PCRF	- 26 -
Características de Paquetes de Datos.....	- 29 -
5.1 Estrategia de Planes	- 29 -
5.1.1 Esquemas Prepago y Pospago.....	- 30 -
5.2 Características de Datos	- 31 -
5.2.1 Datos basados por Volumen	- 32 -
5.2.2 Datos basados por Volumen-Tiempo.....	- 32 -
5.2.3 Datos basados por Volumen – Velocidad	- 33 -
5.2.4 Datos basados por Tiempo – Velocidad.....	- 33 -
Creación y Análisis del paquete.....	- 36 -
6.1 Creación del paquete en PCRF y SPR	- 36 -
6.1.1 Configuración en el RCP-PCRF	- 36 -
6.1.2 Configuración en el SPR	- 52 -
6.2 Configuración en el PGW	- 52 -
6.2.1 Arquitectura PCC.....	- 53 -
6.2.2 Reglas del PCC	- 54 -
6.2.3 Configuración de reglas PCC	- 55 -
6.3 Pruebas del paquete	- 56 -
6.3.1 Pruebas del paquete de FB	- 57 -
6.3.2 Escenarios de pruebas del paquete de FB complementado con otros paquetes	- 57 -
6.4 Análisis del comportamiento del paquete	- 59 -
6.4.1 FB con otros bancos con saldo: Data, Promo Data.....	- 60 -
6.4.2 FB_Free (40MB) y transición a Datos Std.....	- 61 -
6.4.3 Uso de Datos Std después de agotar el banco de FB_Free	- 62 -
6.4.4 Añadir un Nuevo paquete de FB_Free	- 64 -
6.4.5 Otros Escenarios considerados	- 69 -
6.5 Resultados de las pruebas.....	- 73 -
Conclusiones.....	- 76 -

Índice de tablas

TABLA 1 EL PORQUE LA GENTE COMPARTE EN MEDIOS SOCIALES	- 35 -
--	--------

Índice de figuras

FIGURA 1 ARQUITECTURA LTE	- 7 -
FIGURA 2 ELEMENTOS DE LA RED EPS	- 8 -
FIGURA 3 SEPARACIÓN DEL E-UTRAN Y EPC	- 9 -
FIGURA 4 RED E-UTRAN	- 12 -
FIGURA 5 ARQUITECTURA DE PÓLIZAS DE CONTROL Y COBRO	- 17 -
FIGURA 6 PCRF SEGÚN 3GPP TS 23.203	- 20 -
FIGURA 7 PCRF Y SUS SUBSISTEMAS	- 20 -
FIGURA 8 PCRF EN LA RED DE 4G/LTE	- 23 -
FIGURA 9 PCRF EN LA RED 2G/3G	- 24 -
FIGURA 10 RED 3G	- 24 -
FIGURA 11 SEGMENTACIÓN DE MERCADO	- 29 -
FIGURA 12 CARACTERÍSTICAS DE PAQUETES DE DATOS	- 31 -
FIGURA 13 TABLA DE PAQUETES DE DATOS CON TIEMPO DE EXPIRACIÓN, COMPAÑÍA SMART	- 33 -
FIGURA 14 TABLA DE PAQUETES DE DATOS DE COMPAÑÍA DIGI	- 34 -
FIGURA 15 PÓLIZA BÁSICA DE USO	- 37 -
FIGURA 16 CONDICIONES DE PÓLIZAS	- 38 -
FIGURA 17 INFORMACIÓN DE REGLA PARA MONITOR DE USO DE SERVICIO	- 39 -
FIGURA 18 PROPIEDADES DEL ESCENARIO DE PÓLIZA	- 41 -
FIGURA 19 REGLAS DE PÓLIZAS DE NOTIFICACIONES	- 43 -
FIGURA 20 INFORMACIÓN DE ESCENARIO	- 45 -
FIGURA 21 CONTENIDO DE REGLA DE SERVICIO	- 47 -
FIGURA 22 REGLA DE INFORMACIÓN DE CONTROL DE SERVICIO	- 47 -
FIGURA 23 REGLA DE SERVICIO Y CONDICIÓN	- 49 -
FIGURA 24 PARÁMETRO DE ACCIÓN DE REGLA DE INFORMACIÓN	- 50 -
FIGURA 25 ESCENARIO DE PÓLIZA DE CONTROL DE SERVICIO	- 50 -
FIGURA 26 PROPIEDAD DE REGLA DE INFORMACIÓN DE ESCENARIO	- 51 -
FIGURA 27 ARQUITECTURA PCC - 3GPP	- 53 -
FIGURA 28 TRES BANCOS CON SALDO	- 60 -
FIGURA 29 BANCO FB_FREE CON CONSIDERABLE CONSUMO	- 60 -
FIGURA 30 CONSUMO EN DATOS PROMO	- 61 -
FIGURA 31 CONSUMO EN FB_FREE Y DATOS STD	- 62 -
FIGURA 32 BANCO DE DATOS STD CON SALDO	- 62 -
FIGURA 33 NAVEGACIÓN FB ÚNICAMENTE - OBSERVAR BANCO COBRADO	- 63 -
FIGURA 34 VERIFICACIÓN DE PAQUETE EN PERFIL DE USUARIO Y BALANCE	- 64 -

FIGURA 35 ANADIR UN PAQUETE DE FB_FREE	- 64 -
FIGURA 36 TRAZA DE PETICIÓN DE CUOTA PGW-OCS.....	- 65 -
FIGURA 37 BANCO DE FB_FREE HACE EL COBRO.....	- 66 -
FIGURA 38 CLAVE DE MONITOREO	- 67 -
FIGURA 39 CONSUMO DE DATOS STD	- 68 -
FIGURA 40 CUOTA Y REPORTE AL PCRF DE FB	- 68 -
FIGURA 41 SE AÑADE MÁS DATOS STD	- 70 -
FIGURA 42 CONSUMO DE BANCOS	- 70 -
FIGURA 43 BANCO DATOS STD AGOTADO	- 71 -
FIGURA 44 TODOS LOS BANCOS EN CERO	- 72 -

Lista de abreviaciones

2G	2nd Generation
3G	3rd Generation
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	4 th Generation
AAA	Authentication Authorization and Accounting
ADC	Application Detection and Control
AF	Application Function
APN	Access Point Name
AS	Access Stratum
ATCA	Advanced Telecommunications Computing Architecture
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AuC	Authentication Centre.
BBERF	Bearer Binding and Event Reporting Function
BOSS	Business Operations Support System
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station.
CCA	Credit Control Answer
CCR	Credit control Request
CMC	Connection Mobility Control.
CN	Core Network
DCCA	Diameter Credit control Agent

DNS Domain Name Server
DPI Deep Packet Inspection
ECM Evolved Packet System Connection Management.
eNB Evolved NodeB
EPC Evolved Packet Core
EPS Evolved Packet System
E-UTRAN Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network.
FTP File Transfer Protocol.
GB Giga Byte
GBR Guaranteed Bit Rate.
GGSN Gateway GPRS Support Node.
GPRS General Packet Radio Service.
GUI Graphical User Interface
GW Gate Way
Gx Gx Interface
HC Header Compression
HLR Home Location Register.
HSPA+ High-Speed Packet Access Evolution.
HSS Home Subscriber Server
ID Identity
IMS Internet Protocol Multimedia Subsystem
IMSI International Mobile Subscriber identity
IP Internet Protocol
IP-CAN Internet Protocol Connectivity Access Network
IPSS International Packet Switched Service
KB Kilo Byte
LDAP Lightweight Directory Access Protocol
LTE Long-Term Evolution
M2M Machine to Machine
MAC Medium Access Control.
MB Mega Byte
Mbps Megabits per second
MME Mobility Management Entity
MPLS Multiprotocol Label Switching

MS Mobile Station
MSISDN Mobile Station International Subscriber Directory Number
NAS Non-Access Stratum
NE Network Element
OCS Online Charging System
OFCS Offline Charging System
OTT Over The Top
PCC Policy Control and Charging
PCEF Policy and Charging Enforcement Function
PCRF Policy Control and Charging Rules Function
P-CSCF Proxy-Call Session Control Function
PDCP Packet Data Convergence Protocol
PDN Packet Data Network
PDP Packet Data Protocol
PGW Packet Data network Gate Way
PHY Physical Layer
QCI Quality of Service (QoS) Class Identifier
QoS Quality of Service
RA Routing Area
RAC Routing Area Code
RADIUS Remote Authentication Dial In User Service
RAN Radio Access Network
RB control Radio Bearer Control
RCP Resource and Charging
RG Rating Group
RLC Radio Link Control
RNC Radio Network Controller
RRM Radio Resource Management
RSVP Resource Reservation Protocol
Rx Receive
S1 S1 Interface
S1-U S1-User plane
SAE System Architecture Evolution.
Sd Sd interface or Sd Reference point

SGSN Serving GPRS Support Node
SGW Serving Gate Way.
SMPP Short Message Peer to Peer Protocol
SMS Short Message Service.
SMSC Short Message Service Center
SOAP Simple Object Access Protocol
Sp Sp Interface
SPR Subscriber Repository Profile
S-TMSI System Architecture Evolution - Temporary Mobile Subscriber Identity.
Sy Sy Interface
TA Tracking Area
TAU Tracking Area Update
TDF Traffic Detection Function
UDR User Data Repository
UE User Equipment
UMTS Universal Mobile Telecommunications System.
UTRAN Universal Terrestrial Radio Access Network.
VLR Visitor Location Register
VoIP Voice over Internet Protocol.
X.25 X.25 Protocol
X2 X2 the interface used to Inter connect eNodeBs.
XML Extensible Markup Language

Resumen

El núcleo de las redes móviles en telecomunicaciones ha evolucionado de una manera rápida al paso de los años. Mientras los ojos están puestos en la eficiencia y eficacia de las redes de telecomunicaciones; nuevas tecnologías han surgido y otras han sido integradas y han evolucionado el mundo de las telecomunicaciones de una manera sorprendente. Sin embargo, el beneficio en el consumo de esta tecnología necesita ser abordada con más cuidado.

Este trabajo busca desarrollar conceptos que brinden beneficios a aquellas redes móviles de telecomunicaciones, que ya tienen integrado la arquitectura EPC (Evolved Packet Core) el cual es el núcleo de una red de LTE. Por lo que se analiza la presente estructura de EPC con un enfoque al PCRF (Policy and Charging Rule Function) para diversificar los recursos ofrecidos por este NE (Network Element) Elemento de Red para extraer y explotar los recursos para el beneficio del consumidor como también del proveedor de servicios.

Describiendo así la creación de paquetes de volúmenes de datos para satisfacer las necesidades de los usuarios como también balanceando el tráfico que generan estos usuarios en las redes móviles. Ofreciendo así soluciones al proveedor de servicios, maneras de controlar el tráfico y el consumo de recursos dependiendo del evento al que el consumidor necesite adaptarse y así poder generar recursos a base del consumo del usuario. Esto beneficiaría al usuario como también al proveedor de servicios.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la tecnología de las telecomunicaciones se encuentra en constante evolución y el uso de dispositivos móviles forma parte de la vida cotidiana del ser humano. Al mismo tiempo, las redes de datos han permitido que estos dispositivos puedan brindar el acceso a Internet en casi cualquier lugar y en cualquier momento, así como el uso de diversos servicios y aplicaciones, las cuales se pueden ofrecer a los usuarios según su preferencia. En los últimos años, la demanda de nuevos servicios ha crecido ampliamente, en particular se ha logrado observar la aparición de un considerable porcentaje de tráfico correspondiente a redes sociales dentro del tráfico de datos a nivel mundial.

Por otro lado, las compañías telefónicas que ofrecen servicio de datos móviles sobre la arquitectura EPC (Evolved Packet Core) [1] [2], enfrentan día a día el reto de diversificación e innovación en sus servicios para incrementar el número de usuarios en su red. En una red de paquetes EPC, los siguientes componentes juegan un papel muy importante al momento de configurar y diseñar paquetes de datos para los usuarios finales: PCRF (Policy and Charging Rule Function) [3], DPI (Deep Packet Inspection) [4], PGW (Packet Data Network Gateway) [5] [6], RG (Rating Group) [3] [7] [8] y OCS (Online Charging System) [8]. Así mismo, la introducción de las tecnologías HSPA+ (High Speed Packet Access) [9] y LTE (Long Term Evolution) [10] han flexibilizado la implementación de estos paquetes de datos, los cuales han revolucionado el uso de internet con las redes sociales.

Motivados por los puntos mencionados anteriormente, en este proyecto de tesis se diseñará un paquete de datos sobre una red LTE, mediante la implementación de políticas y reglas de cobro de acuerdo a los requerimientos del PCRF y PCC para separar el tráfico de redes sociales del tráfico restante sobre la red, y pueda ser ofrecido como un servicio atractivo de bajo costo a los usuarios potenciales de redes sociales. Además, la implementación y separación de paquetes de volúmenes de datos por aplicación pueden servir para tener un

mejor control del tráfico que generan los usuarios en las redes móviles y proporcionar diversos niveles de QoS (Quality of Service) en función de las necesidades de los usuarios y el costo a pagar por dicho servicio.

1.2 Justificación

El constante crecimiento de usuarios de redes sociales y de Internet, como también de operadores de servicios es lo que motiva e impulsa a los operadores a buscar estrategias para poder mantener su clientela. Esta clientela siempre anda en busca de atractivas y económicas propuestas que capturen su lealtad a estos operadores de servicios. Por lo tanto, los operadores están casi obligados a satisfacer la demanda de sus clientes. Por lo tanto, el uso de redes sociales ha sobresalido y los operadores buscan mantener a estos clientes ofreciéndoles innovadoras maneras de utilizar sus datos móviles usando incentivos ofreciéndolos como promociones como un paquete de datos que pueden utilizar para una aplicación de medio social, o sea un conjunto de estas aplicaciones de redes sociales ya sea gratis o a precios reducidos. Esto animaría a los clientes a comprar más y consumir más datos para así ganar paquetes para ciertas aplicaciones las cuales son más utilizadas en el medio social.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un paquete de datos sobre una red LTE en operación, mediante la implementación de políticas y reglas de cobro para separar el tráfico de redes sociales, del tráfico de fondo, y pueda ser ofrecido comercialmente a usuarios potenciales de redes sociales.

1.3.2 Objetivos Particulares

- Diseñar el paquete con reglas y funciones según los requerimientos del PCRF y PCC.

- Implementar las reglas y parámetros en el DPI que separen el tráfico de la aplicación de redes sociales del tráfico de fondo.
- Crear el paquete y enlazarlo a un RG para que el PGW pueda identificar el tráfico.
- Generar tráfico de redes sociales en la red LTE mediante usuarios de prueba.
- Analizar el tráfico y verificar que el RG asignado a esta aplicación de redes sociales sea enviado al OCS para solicitar el cobro de acuerdo a su RG.
- Comprobar que el consumo de datos se lleva a cabo de acuerdo a las políticas y reglas de cobro del paquete diseñado.

Capítulo 2

Redes de Telecomunicaciones

2.1 Redes y su conexión por paquetes

Las redes de telecomunicaciones mayormente utilizan dos tipos generalizados de comunicación, por paquetes y por circuitos [11]. La comunicación por circuitos es el sistema que es más utilizado. Esta conexión se establece por medio de un circuito que se comporta como una conexión de punto a punto o sea directa entre estación y estación. La lógica se puede tomar como el establecimiento de un circuito, la transferencia de datos y luego una desconexión del circuito. Este tipo de conexión es puede ser muy eficiente ya que una vez establecida los canales de comunicación esta reserva recursos únicamente para esta conexión, hasta que sea el receptor o el transmisor quien haga la desconexión del canal o circuito.

Comunicación por paquetes es el método donde la red agrupa todos los datos para transmitir y los agrupa en paquetes independientemente del contenido. Estos bloques son llamados paquetes. Los nodos involucrados en la transmisión de estos paquetes reciben los paquetes, los almacenan si es necesario por un tiempo y luego los transmiten a su destino. Estos paquetes pueden tomar diferentes caminos hasta llegar a su destino. Y no hay necesidad de que su transmisión sea por el mismo camino ni en la misma secuencia. Este concepto de conmutación por paquetes es más eficiente ya que cada línea puede ser compartida con diferentes paquetes que estén en una cola esperando ser enviados. Una ventaja muy importante en la comunicación por paquetes es que permite la interconexión de nodos o estaciones con diferentes velocidades y no se afecta. Esto únicamente causa que se guarden los paquetes y se envíen a su destino cuando llega su tiempo. Ninguna línea se bloquea por estar ocupada únicamente puede producir retardo.

2.2 Técnicas de comunicación de paquetes

La conmutación de paquetes puede ser con o sin reenvío entre nodos intermediarios. En las técnicas de conmutación de paquetes, existen dos técnicas de envío de paquetes. En

estas técnicas los paquetes se tratan de diferentes formas una es por datagramas y la segunda es por circuitos virtuales [11].

Las técnicas principales de conmutación de paquetes son conmutación de paquetes sin conexión, también conocido como datagrama; y conmutación de paquete orientado a la conexión, también conocida como la conmutación por circuito virtual. En el primer caso cada paquete incluye información completa de direccionamiento o encaminamiento. Los paquetes se enrutan individualmente, el emisor secuencia o numera cada paquete añadiendo información de control y luego lo envía a su destino. La información de control puede ser dirección de destino, número de paquete entre otros. Puede a veces resultar que viajen en diferentes rutas y entrega fuera de orden; y como también puede ocurrir que se pierda algún paquete en el camino. En todo caso será el receptor quien se encarga de hacer el reclamo según se hayan perdido los paquetes.

En el segundo caso, una conexión es definida y asignada previamente en cada nodo durante la conexión antes de que cualquier paquete se transfiera. El emisor envía un paquete para una petición el cual establece una vía o canal lógico hasta el destino, por este camino irán todos los paquetes al destino [12]. Es similar a la conmutación por circuito únicamente que este puede mantener múltiples circuitos virtuales en vez de uno solamente.

Los circuitos virtuales tienen ventajas sobre los datagramas como encaminamiento donde solo lo hace una vez y ese camino sirve para la transmisión de un grupo entero de paquetes. Los paquetes suelen llegar en secuencia de la manera que salen y siguen el mismo camino. Una de las ventajas muy importantes es que, si un nodo transmisor no recibe un paquete o detecta un error, este puede solicitar el reenvío del paquete antes de seguir con su transmisión. Algunas desventajas es que en datagramas no hay necesidad de establecer una llamada. Cuando se transmite por data gramas si algún nodo en el camino falla y algún paquete se pierde solo se perderá ese paquete ya que cuando se utiliza circuitos virtuales se perderán todos.

2.3 Conmutación de paquetes en redes y diferentes protocolos

La conmutación de paquetes permite la optimización del uso de la capacidad del canal disponible en las redes de telecomunicaciones, también para minimizar la latencia de transmisión el cual es el tiempo que toma para que los datos viajen a través de la red, y

para incrementar la robustez de la comunicación. El Internet y las redes de área locales se conocen por el uso de la conmutación de paquetes [13] El Internet es implementado por el conjunto de protocolos que utiliza una variedad de tecnologías en la capa de enlace. Ethernet y Frame Relay son protocolos muy comunes. Tecnologías más nuevas de telefonía móvil, por ejemplo, GPRS, también utiliza conmutación de paquetes. X.25 es un protocolo de notable uso para la conmutación de paquetes en que se basa en métodos que proporcionan circuitos virtuales para el usuario. Estos circuitos virtuales transportan paquetes de longitud variable. El primer paquete comercial internacional y el cambio, en la International Packet Switched Service (IPSS) fue en 1978, y proporcionado por X.25. Otra tecnología de circuito virtual es el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM). Tecnologías como la conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) y el protocolo de reserva de recursos (RSVP) son para crear circuitos virtuales en la parte superior de las redes de datagramas. Los circuitos virtuales son especialmente útiles en la construcción de mecanismos sólidos de conmutación por error y la asignación de ancho de banda para aplicaciones sensibles al retardo [13].

Capítulo 3

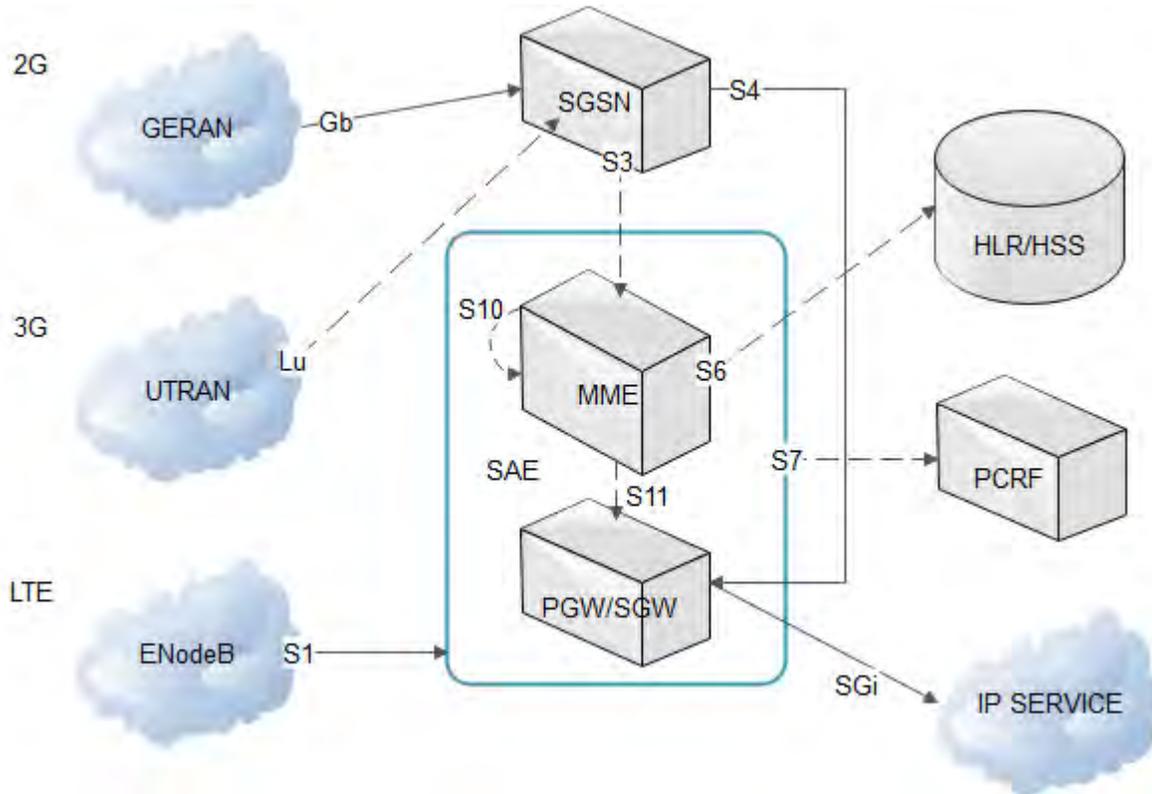
Arquitectura LTE

Anteriormente vimos que existen dos tipos de conmutación, uno por circuito y otro por paquetes. En contraste con otros modelos de sistema de celular la era de LTE (Long Term Evolution) fue diseñado para soportar únicamente servicios de conmutación por paquetes. Su objetivo fue proporcionar conectividad por medio del protocolo de IP entre el equipo y el usuario (EU) y la red de paquetes de datos (PDN). Así brindando lo menos posible, interrupción alguna entre las aplicaciones utilizadas por el usuario durante la movilidad.

El termino LTE engloba la evolución de la red de radio de acceso de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) a lo largo del trayecto hacia el Evolved-UTRAN (E-UTRAN) [14], también ha venido acompañado por la evolución de aspectos fuera del alcance de la red de acceso radioeléctrica como es el SAE (System Architecture Evolution). Este incluye la red EPC (Evolved Packet Core) [1]. Conjuntamente LTE y SAE componen la red de EPS (Evolved Packet System). EPS utiliza el concepto de portador para el enrutamiento de tráfico IP de un Gateway hacia el Equipo de Usuario (UE). Este portador

es un flujo de paquetes IP con definidas cualidades de servicio como (QoS) entre el Gateway y el usuario. Las redes de E-UTRAN como la de EPC en conjunto pueden establecer como despejar portadores según sean requeridos los recursos por las aplicaciones.

Figura 1 Arquitectura LTE



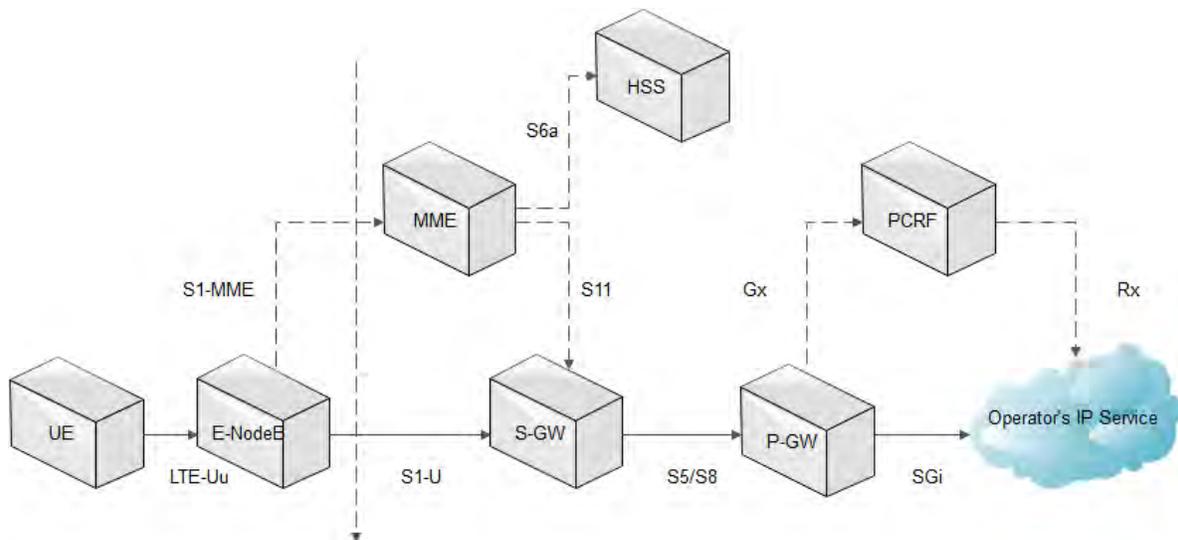
3.1 Perspectiva general de la arquitectura de la red EPC

Durante el acceso a Internet, el responsable de proveer al usuario con la conexión IP a la red de PDN es el EPS. Este también es el responsable de proveer servicios como Voice over Ip (VoIP) [13]. Como se ha mencionado antes el portador de EPS tiene una asociación típica con la calidad de servicio (QoS). Cuando existen diferentes servicios de QoS o de conectividad a diferentes PDNs, se pueden establecer múltiples portadores para el usuario para así facilitar y proveer la QoS para los diferentes servicios requeridos por el usuario. Por ejemplo, si un usuario está haciendo una llamada de VoIP y al mismo tiempo está navegando o descargando algo por medio de FTP, un portador de VoIP se establecerá y

proveerá la QoS [14] necesaria para esa llamada, mientras otros portadores se establecerán para la necesidad de navegación como la descarga de la sesión de FTP. Sin causar ningún problema, y el usuario seguirá utilizando su conexión a Internet de la manera más transparente posible sin observar algún retardo o latencia; todo será transparente.

Hablando ya de la red y el acceso a Internet pasamos ahora a tener en cuenta que la red debe ser suficientemente segura y debe proporcionar privacidad al usuario como también muy importante es la protección hacia la red. Esto para prevenir usos fraudulentos los cuales afectarían a los elementos de red, la información del usuario como los servicios que se proveen por dicha red.

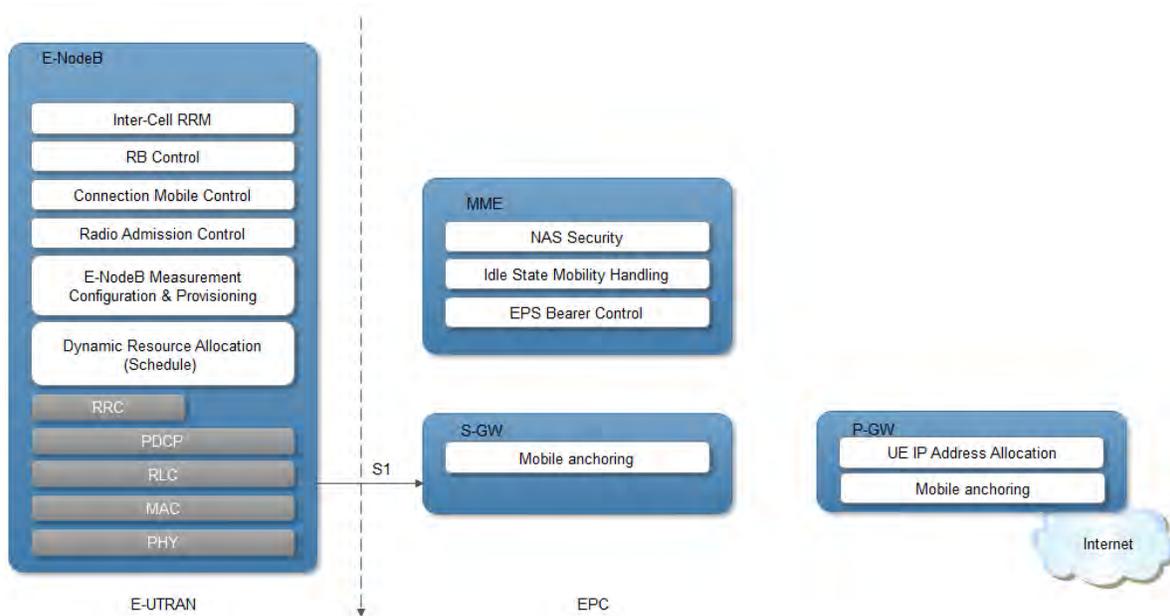
Figura 2 Elementos de la Red EPS



La Figura 1 muestra generalmente la arquitectura de la red. Los componentes de la Red EPS los cuales participan para obtener seguridad y protección para el usuario como también proteger a la red de fraudulencia. En la figura 1 también se pueden observar los elementos de red y sus interfaces estandarizadas. A un nivel más alto se puede decir que esta arquitectura consiste en el (CN) Core Network o Red de Núcleo, y la red de acceso el cual es el E-UTRAN [15]. El E-UTRAN se puede decir que consiste únicamente del (E-NodeB) Evolved NodeB, mientras el CN el núcleo puede consistir de elementos físicos como también lógicos. El usuario de LTE se conecta al E-NodeB y luego el E-NodeB se interconecta con los elementos del Núcleo. En el núcleo de la red EPS (CN) las interconexiones se realizan por medio de interfaces estandarizadas para así poder permitir

la interoperabilidad entre diferentes vendedores o proveedores de equipos de red. Permitiendo así a los operadores también a poder seleccionar sus proveedores como también poder combinar diferentes elementos de red para su implementación según su necesidad. Esto también provee la posibilidad de separar, fusionar o combinar estos elementos lógicos dependiendo de su comercialización y consideración.

Figura 3 Separación del E-UTRAN y EPC



La Figura 2 muestra la separación de la Red EPS en dos partes importantes la Red E-UTRAN y la Red EPC el cual engloba el Núcleo de la Red. En la figura se observan tres Elementos importantes en el Núcleo, pero existen otros elementos también importantes los cuales veremos a continuación. Estos elementos también son importantes porque en ellos se guarda información importante y privada del usuario para poder autenticarlo y poder darle autorización de utilizar la red.

3.1.1 El Núcleo de Red del EPC

El Núcleo de la Red mencionado aquí como EPC es el responsable de la interconexión o control del establecimiento de los portadores y el Usuario. El Núcleo se compone de diferentes nodos lógicos y los más principales son los siguientes:

- Red de Paquetes de Datos - PDN Gateway (P-GW)

- Nodo Servidor - Serving Gateway (S-GW)
- Entidad de Manejo de Movilidad - Mobility Management Entity (MME)

Este Núcleo de red también engloba otros nodos y funciones como son el Home Subscriber Server (HSS) y el Policy Control and Charging Rules Function (PCRF). En este tema excluirémos IP Multimedia System (IMS), el cual se considera en muchos casos como estar fuera del EPS, siendo que el EPS solo provee camino a portadores de cierta QoS.

3.1.2 Elementos de Red del EPC

Como se mostró en la figura 1 el Core Network tiene muchos nodos que trabajan en conjunto para que así del Core de datos pueda llevar a cabo sus funciones al pie de la letra, y pueda cumplir con sus funciones adecuadamente proveyendo servicios confiables, seguros, auténticos y de calidad.

- **PCRF – Policy Control and Charging Function:** Este nodo es el responsable del control de pólizas y debe tomar decisiones según sean necesarias. También es quien controla la funcionalidad del cobro basado en el flujo de la funcionalidad del Cumplimiento de Póliza de control de Función (PCEF), quien se encuentra integrado en el P-GW. El PCRF es quien provee la autorización para la Calidad de servicio QoS, QCI (QoS class identifier y el bit rate), los cuales deciden como se debe manejar cierto flujo de datos en el PCEF, y se asegura que sea de acuerdo al perfil de suscripción del usuario. Muy importante este elemento y más adelante estaremos ampliando la arquitectura del PCRF y sus funciones con más detalle.
- **HSS - Home Subscriber Server:** El HSS es responsable de la información del usuario como suscripción de EPS, perfil de QoS, restricciones de Roaming ya sea dentro o fuera de la HPLMN. También contiene información sobre a cuál PDN se le permite conectarse para así acceder al Internet. Esto puede ser por medio de un APN (Access Point Name) lo cual es etiquetado en acorde a las convenciones de nombramiento del DNS describiendo el APN de acuerdo al PDN que debe conectarse. En otros casos puede ser por indicación de una dirección IP. Este elemento también contiene información dinámica acerca de la identidad del MME donde el usuario se encuentra actualmente registrado. El centro de Autenticación (AUC) también es integrado por este elemento del EPC, el cual es responsable de la generación de vectores de autenticación como también claves de seguridad.

- **P-GW – PDN Gateway:** El Gateway PDN se responsabiliza de la asignación de la dirección IP para el usuario. Y sea que esta se encuentre en un pool de direcciones IP asignado a un APN. Las direcciones IP pueden ser asignadas dinámicamente o pueden ser estáticas. El PGW refuerza la QoS basándose en el flujo de cobros de acuerdo a las reglas establecidas en el PCRF. También es responsable de reforzar QoS por medio de (GBR) Guaranteed bit rate por portador.
- **S – GW – Serving Gateway:** Por este elemento pasan o se transfieren los paquetes de IP y sirve como ancla de movilidad local para el portador cuando el usuario se mueve de un eNodeB a otro. Este elemento mantiene información sobre los portadores mientras el equipo de usuario se mantiene el estado de inactividad (IDLE-STATE). Eso es también conocido como el ECM-IDLE (EPS Connection Management - IDLE) y temporalmente guarda descargas de datos mientras que el MME inicia paging para el UE para reestablecer el portador. Adicionalmente el SGW también lleva a cabo tareas administrativas en redes visitantes como coleccionar información de cobros por ejemplo el volumen de datos enviados y recibidos para algún usuario.
- **MME – Mobility Management Entity:** Este nodo o elemento es muy importante, pues es el responsable del proceso de señalización entre el UE (User Equipment) y el CN (Core Network, y los protocolos que están trabajando entre el UE y el CN son conocidos como protocolos del NAS (Non Access Stratum). Este nodo tiene funciones muy importantes relacionados a manejo los cuales enlistaremos a continuación:
 - **Funciones en relación con el manejo de portador:** Esto incluye el establecimiento, mantenimiento y liberación del portador lo cual es manejado en la capa de sesión en los protocolos de NAS.
 - **Funciones en relación con el manejo de conexión:** Este es responsable por la seguridad y la conexión entre la red y el UE y es manejado por la capa de manejo de movilidad y conexión en la capa de protocolos de NAS.

3.1.2.1 Protocolos de NAS (Network Access Stratum)

Algunos procedimientos del NAS como los procedimientos del manejo de conexión son fundamentalmente similares a los de UMTS, el cambio más importante es que en EPS es

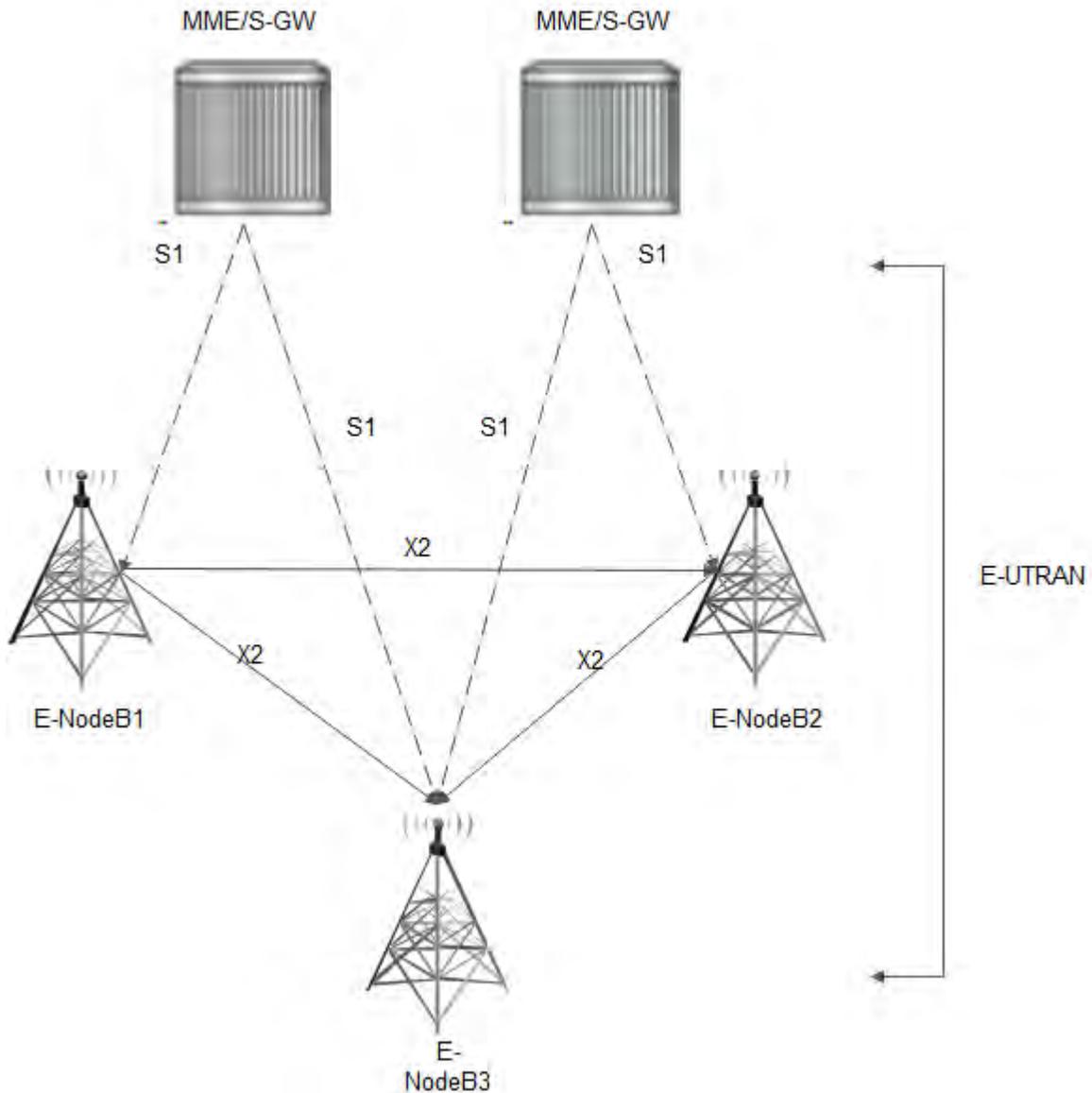
que permite la concatenación de algunos procedimientos para así proveer establecimientos de conexión y portadores más rápidamente.

El elemento conocido como MME es quien crea un contexto de UE cuando este UE se enciende y se registra en la red. Le asigna una identificación temporal conocido como (S-TMSI) SAE Temporary Mobile Subscriber Identity, al UE quien identifica el contexto con la MME. Este contexto de UE contiene información del suscriptor que ha recibido o descargado del HSS (Home Subscriber Server). Esto le sirve para así ahorrar tiempo en estar consultando al HSS para esta información del suscriptor mientras, se establece la conexión con el UE y la red. Adicionalmente este contexto de UE guarda información dinámica como lista de portadores y capacidades de la terminal. Para reducir el procesamiento en el E-UTRAN y el UE, toda información relacionada con la red de acceso que no estén siendo utilizadas por algún largo tiempo pueden ser liberadas; esto como se ha mencionado antes es el estado de inactividad conocido como (ECM-IDLE state). El MME se encarga de retener la información del contexto del UE como la información de los portadores establecidos durante este periodo llamado IDLE. Para acelerar la transición de estado de inactividad al estado de conectado y establecer los portadores, EPS soporta concatenación de los procedimientos del NAS y Access Stratum (AS) para activar portadores. Algunas interrelaciones entre NAS y AS son intencionales para permitir procedimientos que corra simultáneamente en vez de secuencialmente como es en UMTS. Esto puede ser como el establecimiento de portador puede ser ejecutado mientras se completa el procedimiento de seguridad, en vez de esperar a que termine un procedimiento para empezar otro procedimiento.

El MME también tiene responsabilidades de como funciones de seguridad para señalización como información de usuario. Cuando el UE se adjunta a la red una autenticación mutua ocurre entre el UE y la red entre el MME, HSS y el UE. Esta función también ha sido mencionada antes como el establecimiento de claves de seguridad y el cifrado de portadores.

3.2 Red de Acceso

Figura 4 Red E-UTRAN



La red de acceso de LTE es conocida como el E-UTRAN que consiste de la red de eNodeB. En la Figura 3 se observa la composición del E-UTRAN. Es una arquitectura plana porque no contiene un controlador centralizado. Los nodos eNodeB son interconectados entre sí por medio de interfaces conocidas como X2 y la EPC con interfaces S1. Para ser más específicos se interconecta con el MME por medio de la interfaz S1-MME y al SGW por medio de la interfaz S1-U. Los protocolos que corren entre los eNodeB y el UE son conocidos como los protocolos de AS.

3.2.1 Funciones de E-UTRAN

El E-UTRAN tiene responsabilidades para todas las funciones relacionadas a radioeléctricas, a continuación, enlistaremos estas funciones:

- **Gestión del Recurso Radioeléctrico - Radio Resource Management (RRM):** Esto cubre todas las funciones relacionadas con los portadores de radio, como son los portadores de control de radio, control de admisión de radio, control de movilidad de radio, y el agendamiento y asignación dinámica de recursos para el UE durante uplink y downlink.
- **Compresión de Cabecera - Header Compression (HC):** Este se encarga del uso eficiente de la interfaz de radio por medio de compresión de los encabezados de paquetes IP que si no se hiciera significarían una carga grande especialmente para paquetes pequeños como son los de VoIP.
- **Seguridad:** Para mantener seguridad, toda la información que es transferida sobre la interfaz de radio debe ser encriptada.
- **Conectividad con la EPC:** Este consiste en la señalización hacia el MME y el camino del portador hacia el SGW.

Hablando de la red, todas estas funciones residen en el eNodo B los cuales cada uno es responsable por la gestión de múltiples celdas. LTE integra la función del controlador de radio en el eNodo B, a diferencia de las tecnologías de las generaciones segunda y tercera. Esto permite una interacción muy estrecha entre las diferentes capas de protocolos de la red de acceso radioeléctrica (RAN). Esto es sumamente importante porque permite la reducción de latencia y mejora la eficiencia.

3.3 Funciones del Core de paquetes de datos móviles

El Core de datos móviles es muy importante porque es lo que en realidad define a una red móvil. Este Core es el que realiza funciones fundamentales cuando se trata sobre la entrega de servicios móviles de datos y la conectividad de Internet del usuario, y el ambiente de servicios del mismo operador. Estos atributos hacen a Core de paquetes de datos sea influencia en la innovación de los servicios ofrecidos por un operador, el cual se vuelve a ser la piedra angular para monetizar estrategias para un operador. Funciones importantes en el Core de paquetes de datos comunes incluye:

- Manejo de Movilidad: Este tiene la habilidad de trazar usuarios mientras ellos se mueven entre celdas de diferentes sitios, los cuales pueden ser o son conocidos como áreas de enrutamiento o encaminamiento (routing area), o área o zona de rastreo (tracking area). Por lo tanto, encamina el tráfico acorde.
- Manejo de Sesión: Este establece el portador (bearer) y maneja el flujo de información de un servicio o aplicación en particular. Esta capa de sesión es crítica cuando se trata de la entrega de calidad de servicios diferenciados.
- Seguridad y Privacidad: Algunas funciones primarias y fundamentales del Core de paquetes de datos son autenticación, cifrado y la privacidad del usuario. Estos son atributos comerciales valiables del operador que pueden estar arriba de las funciones primarias.
- Pólizas y Cobros: El Core de paquetes de datos siempre ha tenido un rol muy especial cuando se trata del cobro del uso y contenido de datos. LTE tiene una Póliza de manejo muy sofisticado en su arquitectura, y la Póliza está ligada al manejo de sesión.

Como se ha mencionado las funciones mencionada han sido substanciadas en diferentes elementos de la red. Precisamente LTE dio un giro significativo con el Core de datos a lo que era el 2G y 3G.

Los elementos de red que componen el EPC requieren de una significativa capacidad de procesamiento de transacciones para poder así soporta señalización, calidad de servicio, establecimiento de portadores entre muchas cosas más. Lo cual tiene implicaciones en el momento de seleccionar tipo de hardware lo cual en muchos casos los proveedores de equipo han elegido integrar aplicaciones en plataformas comunes.

Cuando la red desea contactar a un UE en estado de inactividad, el UE actualiza su nueva localidad mientras se mueve fuera de la localidad actual esto es conocido como el Tracking Area (TA), este procedimiento es llamado TAU (Tracking Area Update). El MME es el responsable de mantener traza de donde se localiza el UE mientras está en estado de inactividad. Momentos en los cuales el MME necesita enviar datos o información a un UE mientras este se encuentra en estado de inactividad, es cuando el MME con la información que tiene del TA del UE, envía a cada eNodeB un mensaje de paging a todos los eNodeB en esa area de Tracking. Cada eNodeB en esa area de tracking envía un mensaje de paging al UE por medio de la interfaz de radio, cuando el UE recibe este mensaje el UE responde

con un procedimiento de solicitud de servicio, el cual entonces mueve al UE del estado de inactividad al estado de conectado, (ECM-CONNECTED). Por lo tanto, información del UE es creada en el E-UTRAN y los portadores de radio se re-establecen. Esta transición entre estados del UE es llamada transición de inactividad-a-conectado.

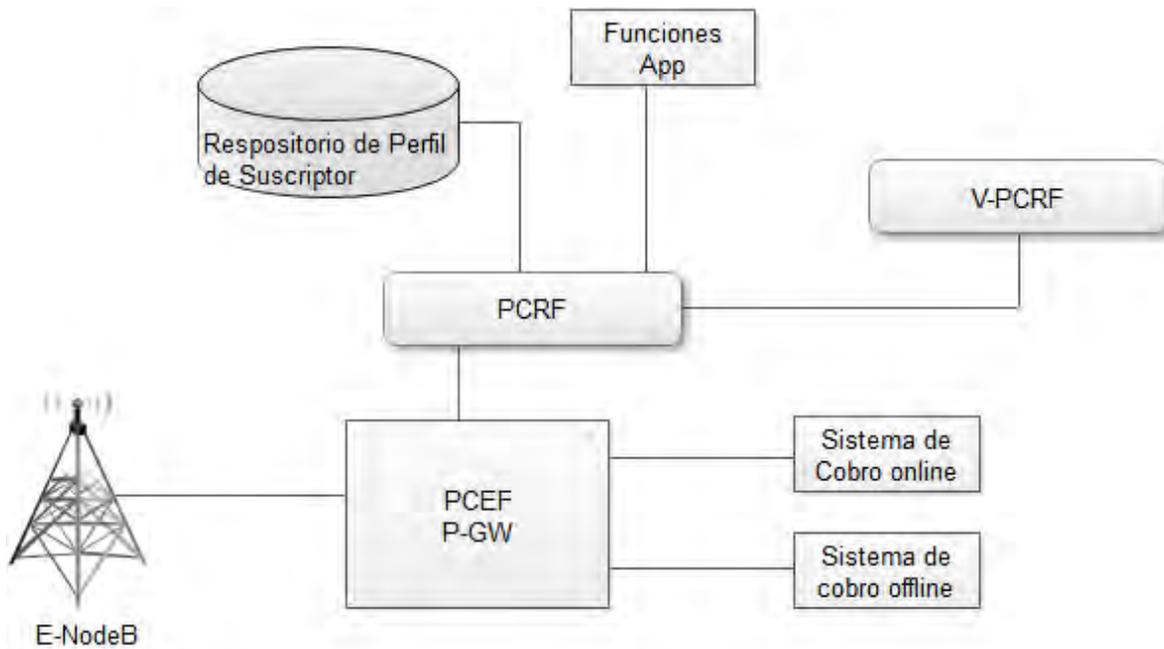
Capítulo 4

Policy and Charging Resource Function

4.1 Introducción a PCRF

En el mundo del Internet y redes móviles de LTE los operadores pueden tener control de usuarios como también de servicios que se les ofrecen a estos usuarios. Como puede hacerse esto, es implementando una arquitectura de pólizas de manejo para operadores que pueden controlar sus usuarios y sus servicios. Esta arquitectura puede ser implementada o integrada por medio de interfaces estandarizadas los cuales se comunican a sistemas de cobro en línea o fuera de línea, OCS - (Online Charging System/Offline Charging System). PCC Policy and Charging Control es muy importante para los operadores quienes han visto la evolución de datos móviles, y tienen la necesidad de ofrecer servicios innovadores para atraer a sus usuarios y mantenerlos. Marketing siempre está buscando ideas innovadoras para capturar usuarios, sin embargo, el PCRF es quien tiene la piedra angular para que estos servicios puedan ofrecerse a diferentes gamas de usuarios según las necesidades. El PCEF que está integrado en el PGW interactúa con PCRF para proveer servicios de diferentes clases a usuarios y en conjunto manejan y refuerzan pólizas de cobros.

Figura 5 Arquitectura de Pólizas de Control y Cobro



El responsable de la conexión entre la red móvil y la red exterior de paquetes es el PGW y este engloba lo que es el PCEF, que tiene la función de reforzar o es quien se responsabiliza de que las pólizas de cobro sean implementadas y cumplidas. El PGW es el elemento lógico el cual lleva a cabo funciones de gestión de tráfico como el DPI – Deep Packet Inspection, lo cual lo coloca como un elemento de red estratégico en la red EPC. Por lo tanto, innovación de servicios en redes de 4G/LTE necesitan de la contribución de la red EPC en conjunto con gestión de pólizas.

PCRF puede ser el proveedor de soluciones y puede habilitar enfoques distintos que pueden crear plataformas creativas y lucrativas para operadores. Este elemento puede integrarse con otros elementos o plataformas como son las de cobro, rating, facturación y bases de datos de suscriptores, o en ciertos casos también puede trabajar como identidad independiente.

4.2 Definición del PCRF

PCRF (Policy and Charging Rules Function) es un software diseñado para determinar en tiempo real, reglas de pólizas en redes de multimedia. El PCRF es un componente de software que opera a nivel del núcleo de la red, y tiene acceso a la base de datos de suscriptores y otras funciones especializadas como el sistema de cobro de una manera más centralizada.

El PCRF consiste en la parte de la arquitectura de red que agrega información de y a la red, sistemas operacionales de soporte y otras fuentes como portales en tiempo real, para así soportar la creación de reglas y automáticamente tomar decisiones según pólizas para cada suscriptor activo en la red. Tal red puede ofrecer múltiples servicios, diferentes niveles de QoS (Quality of Service), y reglas de cobro.

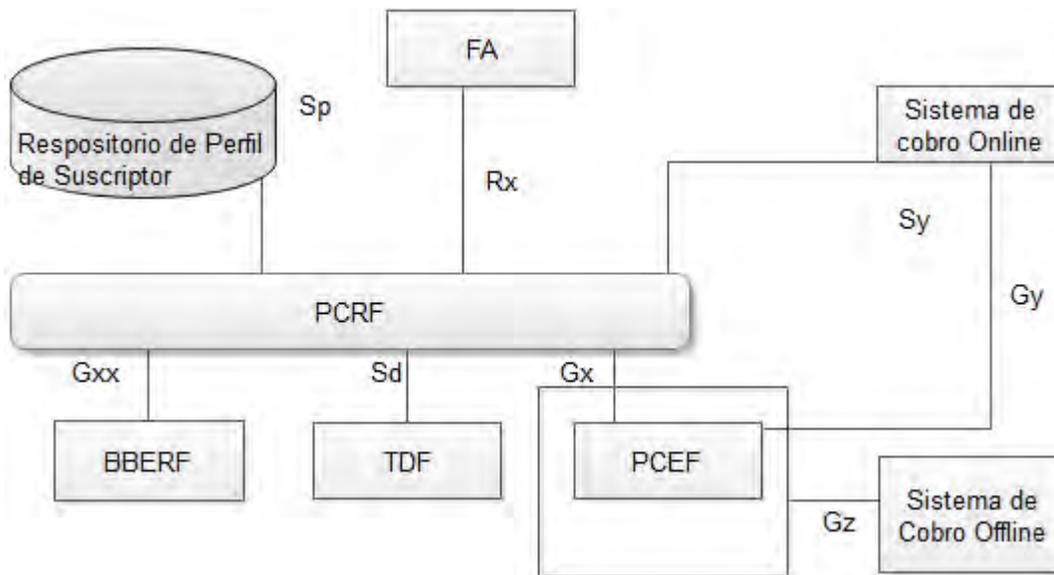
4.3 La Arquitectura del PCRF

La función del PCRF es parte de la arquitectura PCC, el cual también incluye la función del (P-CSCF) Proxy Call Session Control Function y el Policy and Charging Enforcement Function (PCEF). En combinación estos elementos del PCC proveen acceso, recursos y control de calidad de servicio (QoS).

El PCRF también es una parte importante de la arquitectura del IMS. Este funciona a través de las redes inalámbricas y puede ser desplegado en hardware de nivel de operador, ATCA (Advanced Telecommunications Computing Architecture) y COTS (Commercial off the shelf).

El Packet Gateway principal PGW se interconecta con el PCRF para tomar decisiones y aplicar cobros. El dispositivo centralizado puede actuar como punto de decisión de pólizas (PDP) para el operador de servicios móviles para luego pasárselo a los suscriptores individuales. En este caso los operadores de servicios móviles pueden utilizar el PCRF para facilitar cobros a suscriptores, basados en uso de volumen con aplicaciones de alto ancho de banda, cobros basados en QoS garantizado, limitación de uso de aplicaciones durante el usuario está en Roaming, o también el monitoreo y control de alto uso ancho de banda durante horas pico. Este servidor es una plataforma de nivel operador que se utiliza para el gestionamiento de pólizas convergentes, soluciones de toma de decisiones de pólizas de tiempo real en el dominio de núcleo de red y dominio de contenidos de aplicación para el proveedor de servicios de la red. PCRF también incluye una implementación que se rige u obedece las reglas del estándar bajo 3GPP, de Función de Reglas de Pólizas y Cobro para provisionar, gestionar y ejecutar pólizas de Calidad de Servicios, pólizas de control de ancho de banda, pólizas para concientizar al suscriptor como también pólizas de aplicaciones de salida a redes 2G/3G y LTE.

Figura 6 PCRF según 3GPP TS 23.203

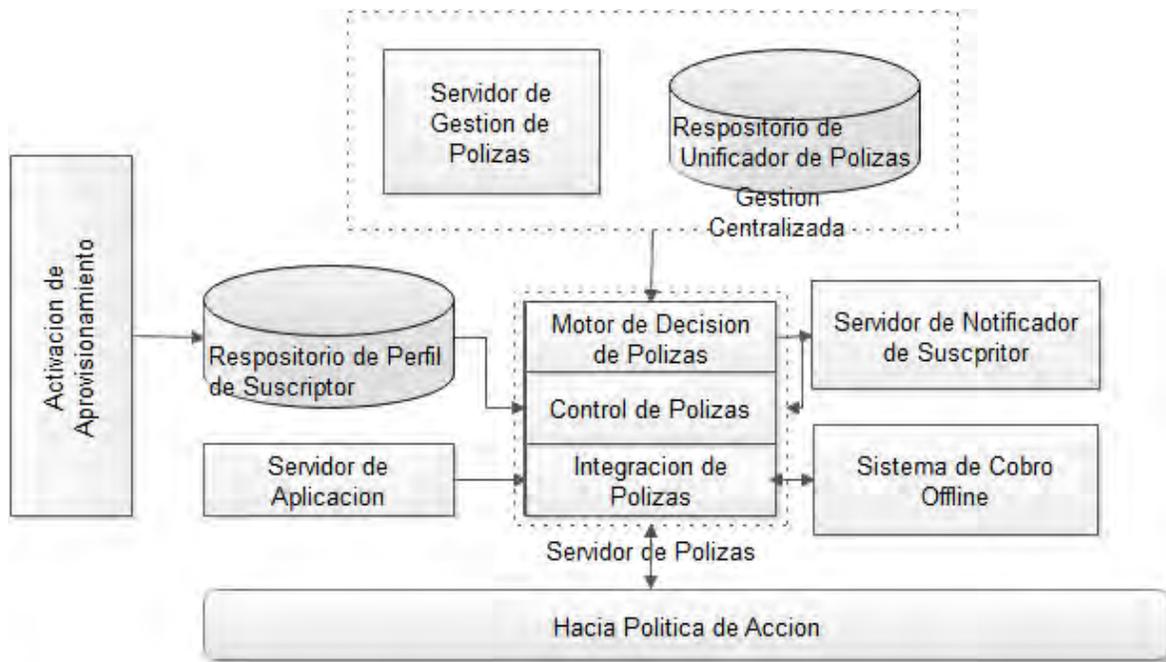


El PCRF se compone de subsistemas enlistados a continuación:

1. Uno o más servidores de pólizas los cuales proveen funciones de gestión de pólizas y cobros
2. SPR (Subscriber Profile Repository) La base de datos que contiene el perfil de cada suscriptor de la red de servicios (Repositorio del Perfil de Suscriptor).
3. Un sistema centralizado de manejo de subsistemas para la provisión y manejo de los servidores de pólizas.

4.3.1 Servidor de Póliza

Figura 7 PCRF y sus Subsistemas



Este servidor es el principal procesador de peticiones de pólizas de elementos centrales de la red o sea del núcleo de la red; o del BOSS (Business Operations' Support System), en tiempo real. Los componentes principales del servidor de PCRF son los conectores o interfaces basados en Diámetro en 3GPP (3GPP- Diameter Based). Estas interfaces son como la Gx, Rx, Sy, Gxx, Sp y Sd. Otros componentes importantes son el Servidor de Reglas de Pólizas y Cobros, la Plataforma de Decisión de Pólizas el servicio de manejo de suscripción y cache de perfil del Suscriptor. El Servidor de Pólizas tiene un motor de reglas y actúa según el estándar base de las Pólizas de cobro y Funciones de Reglas en la red. Este motor opera con disparos, condiciones de procesos y luego realiza acciones apropiada basadas en condiciones. Este motor también puede ser invocado por alguna interfaz que se dispare. Este motor también puede ser disparado por mensajes del GGSN o del DPI por la interfaz de Gx, El SPR por la interfaz Sp o por interfaces SOAP/XML, como también por la función de aplicación por medio de la interfaz de Rx. También puede ser provocado por temporizadores que pueden ser configurados para soportar una variedad de temporizadores de aplicaciones basados en ciertas horas del día.

4.3.2 SPR – Repositorio de Perfil de Suscriptor

El SPR es el repositorio el cual guarda o almacena todos los bienes del negocio, técnicos y configuraciones utilizados por el PCRF. Este es un componente mandatorio para correr el servidor de PCRF. SPR también actúa como la base de datos de pólizas que guarda el

perfil del suscriptor, cuotas, y el estado de información del servidor de pólizas para el uso de ejecución de pólizas. Este componente debe ser implementado en la red para almacenar información del cliente y el estado de inter-sesión como por ejemplo el rastreo del uso y cuota del cliente. Hay diferentes formas de implementación del SPR dependiendo del requerimiento de cliente/proveedor de servicios.

4.4 Interfaces para la implementación de PCRF

A continuación, se enlistan las interfaces externas que soporta el PCRF:

- I. Interfaz Gx – Se usa para servicio de aprovisionamiento del flujo de servicios de datos basados en reglas de cobro. Se encuentra entre el PCRF y el PCEF, mayormente el PCEF está dentro del PGW (Packet Data Network Gateway). PCRF puede ser muy flexible y puede ser configurado para soportar cualquier AVP específico en el elemento de red para así acomodar escenarios específicos para clientes.
- II. Interfaz Gy – PCRF soporta la interfaz de Gy la cual actúa como proxy DCCA (Diameter Credit Control Agent) entre el PCEF y el OCS (Online Charging System). Esta interfaz permite el control de crédito en línea para el cobro de flujo de servicios de datos.
- III. Interfaz Gz – Esta interfaz se utiliza para el cobro fuera de línea (offline) de CDR, el cual es la interfaz de cobro entre el PCEF/PDN GW y el OFCS (Offline Charging System).
- IV. Interfaz Rx – Esta interfaz se utiliza para el intercambio de información de aplicación a nivel sesión e información relacionada con medios entre el PCRF y AF función de Aplicación o Servidor de aplicación. Esta información es parte de los aportes utilizados por el PCRF para las decisiones de control de pólizas y cobros.
- V. Interfaz Sy – Esta interfaz como está definida en el 3GPP Rel. 11; es utilizada entre el PCRF y el OCS para enviar reportes de límites.
- VI. Interfaz Sp - PCRF soporta la interfaz Sp entre el PCRF y SPR. Esta interfaz permite al PCRF que solicite información de suscripción relacionadas a pólizas de nivel de transporte, del SPR basado en un identificador de suscriptor, como también un identificador de PDN y posiblemente más a profundidad como atributos de la sesión IP CAN como está especificado en #GPP TS 23.2.03 v9. x. Esta interfaz permite al SPR notificar al PCRF cuando información de suscripción ha sido modificada, si el

- PCRF solicita dicha información. El SPR deja de enviar actualizaciones cuando una solicitud de notificación de cancelaciones recibida del PCRF.
- VII. Interfaz Ud – Esta interfaz esta entre el PCRF y UDR, y permite al PCRF crear, leer, modificar y borrar información del usuario que esta almacenada en el UDR utilizando la interfaz de acceso. Está basado en LDAP (Lightweight Directory Access Protocol). Esta interfaz soporta funcionalidades de suscripción y notificación para permitir al PCRF ser notificado acerca de eventos específicos que pueden ocurrir en especificos datos del usuario encontrados en el UDR. Estos eventos pueden ser cambios de datos existentes del usuario, pueden ser anidaciones a esos datos entre otros. El PCRF soporta la interfaz de Ud basado en el protocolo LDAP como está definido en 3GPP TS 23.335 v9.x y TS 29.335 v9. x.
 - VIII. Interfaz RADIUS – El Servidor de PCRF provee un interfaz basado en AAA el cual se conecta con el servidor externo AAA. El recibe los mensajes de inicio y terminación de AAA enviados por el AAA cuando una sesión IP CAN se establece o se termina. Funciona con el gestionamiento AAA (componente que provee el mapeo entre la dirección IP y el MSISDN); para así manejar el mapeo entre IP y MSISDN.
 - IX. Interfaz RADIUS CoA – El mecanismo de CoA (Change of Authorization) es para el cambio de atributos de autenticación, autorización y contabilidad (AAA) por sus siglas en ingles. Cuando una póliza cambia para un usuario o un grupo de usuarios en la AAA, administradores pueden enviar paquetes de Radius CoA del AAA para reinicializar autenticación y aplicar nuevas pólizas. El servidor PCRF también puede proveer la conexión y flujo de procesamiento utilizado para aprovisionar reglas de pólizas a un punto de aplicación non-3GPP por medio de la interfaz RADIUS/RADIUS CoA.
 - X. Interfaz Gxx – Este punto de referencia reside entre el PCRF y el BBERF (Bearing Binding and Event Reporting Function). Esta interfaz permite al PCRF tener control sobre el comportamiento del BBERF. Las decisiones de las reglas PCC pueden ser basadas en información obtenida del BBERF por medio de la interfaz Gxx. BBERF generalmente reside en el SGW.

Figura 8 PCRF en la Red de 4G/LTE

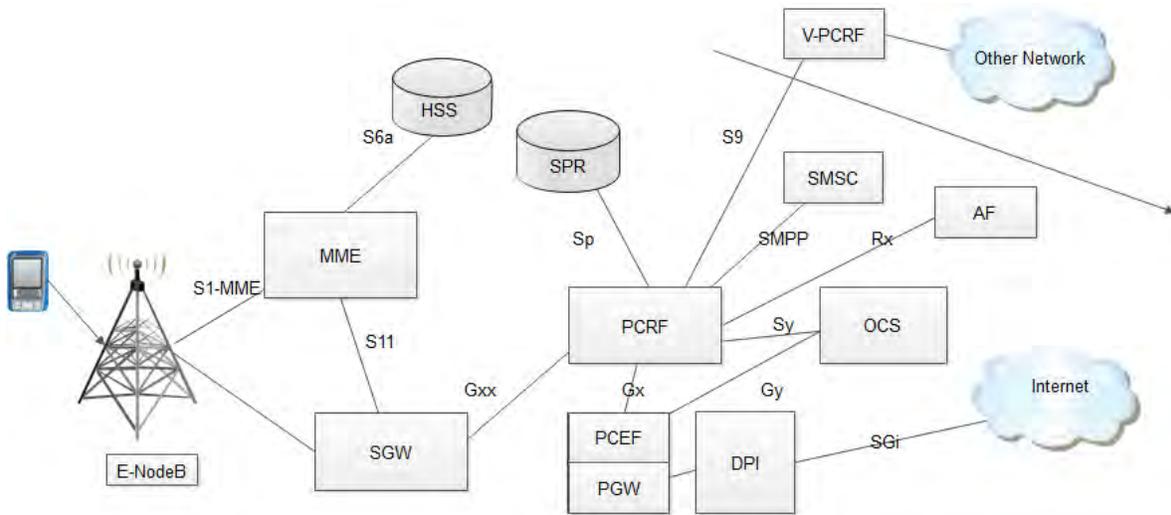
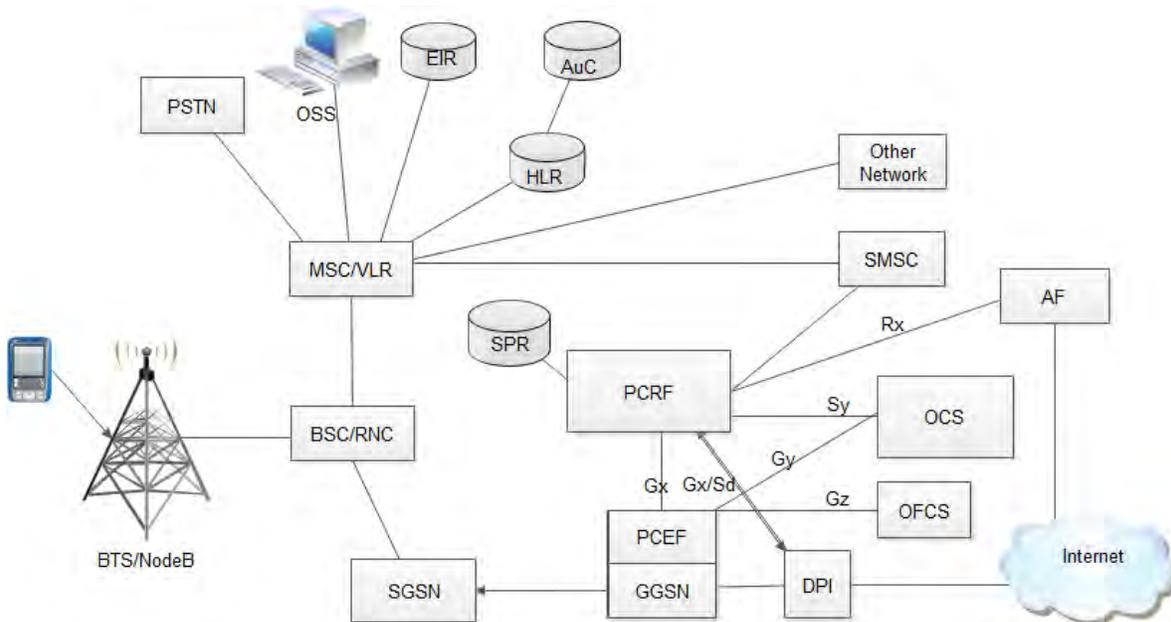
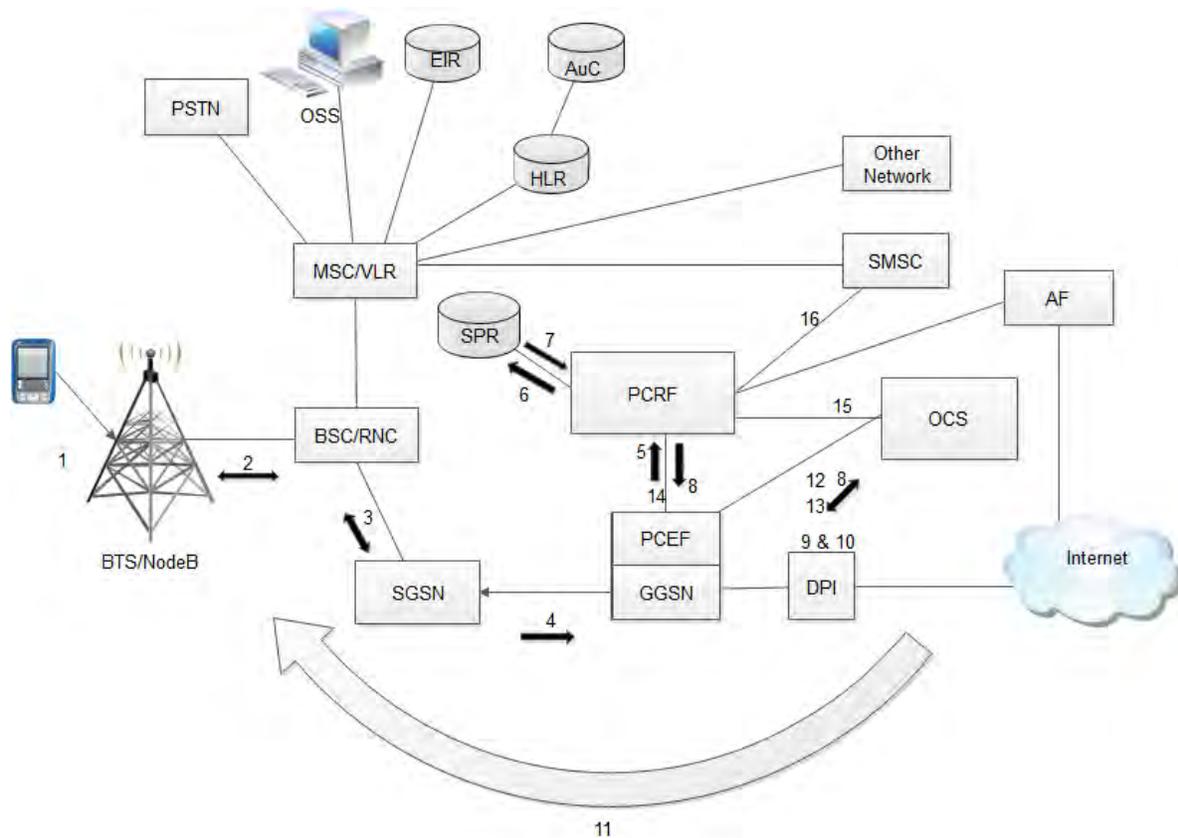


Figura 9 PCRF en la Red 2G/3G



4.5 Flujo de Llamada con PCRF

Figura 10 Red 3G



El Procedimiento del flujo de llamada en la Red de 3G se enlista a continuación:

1. El UE equipo de usuario (MS) Mobile Station, desea establecer una aplicación de datos o sea acceder a internet, así que lo solicita al BTS/Nodo B.
2. El Nodo B envía esta solicitud al BSC/RNC.
3. Luego que los procedimientos relacionados con autenticación, verificación de IMEI e información de suscripción en el HLR, el BSC/RNC envía la solicitud del suscriptor al SGSN.
4. SGSN luego envía la solicitud al GGSN por el contexto de PDP/sesión de datos.
5. GGSN luego envía la señalización al PCRF acerca del UE/MS acerca del establecimiento de la sesión de datos sobre la interfaz de Gx.
6. El PCRF luego consulta al SPR por información dinámica sobre el suscriptor por medio de la interfaz de Sp.
7. El SPR luego envía toda la información acerca del suscriptor como pólizas/cuota/reglas al PCRF sobre la interfaz de Sp.

8. PCRF instala pólizas para el suscriptor en el GGSN por el PCEF por medio del nombre de punto de acceso (APN) Access Point Name y por medio de la cuota otorgada por portador.
9. Si se requiere el DPI (Deep Packet Inspection) sugiere detección de tráfico al PCRF por medio de la interfaz de Gx.
10. PCRF instala pólizas para control de aplicaciones en el DPI y el DPI inicia el rastreo del uso.
11. Ahora la sesión de datos ya está establecida y el suscriptor empieza a consumir los datos.
12. Sobre la interfaz Gy el GGSN/PCEF se comunican con el OCS para el cobro y el crédito.
13. GGSN recibe la información sobre balances y cuotas del OCS.
14. GGSN señala al PCRF que el dispositivo ha excedido la concesión de cuota/datos o que el crédito es bajo.
15. Sobre la interfaz Sy el OCS envía reportes de límites de crédito al PCRF.
16. Servidor de pólizas puede concesionar más cuota luego de consultar con el suscriptor por medio de una notificación SMS sobre SMPP.

4.6 Ventajas del PCRF

En el mundo de hoy y las redes inteligentes el mecanismo de pólizas es un elemento importantísimo para innovación. Los roles del PCRF evolucionan dramáticamente del uso actual, para la expansión de aplicación como alcance. Proveedores de servicios requieren tácticas o estrategias y herramientas para tener éxito en esta era de digitalización. Para obtener dicho éxito y poder mantenerse en el mundo de servicios móviles los proveedores de servicio necesitan el PCRF para lo siguiente:

- Crear pólizas fundamentales que pueden ser escalables según el crecimiento de usuarios y aplicaciones como también la demanda de la red.
- Influenciar bienes de la red y analíticas para ganar una perspectiva granular sobre los suscriptores, comportamiento de aplicaciones y red desde el dispositivo hasta el núcleo de red.
- Concentrarse en la calidad de servicio y calidad de experiencia la cual se enfoca en el comportamiento del consumidor la cual provee beneficio personal directo.

- Expandir los modelos de negocio tradicionales para involucrarse en nuevos mercados como M2M (Machine-to-Machine), OTT (Over-the-top), publicidad móvil y la nube.
- Desarrollar estrategias de precios flexibles y dinámicas que abordan múltiples segmentos de mercados y ofrecen más opciones a los usuarios según el patrón de uso en sus formas de vida.
- Responder dinámicamente en tiempo real a cambios de mercado y dinámicas de red.

Con la habilidad de empujar pólizas de control que ponen al núcleo de red en puntillas, los operadores pueden desarrollar creativas estrategias para optimizar y personalizar la experiencia de cada suscriptor. Las experiencias pueden ser preferenciales, pueden ser de localidad, según el acceso a la red, según su tipo de dispositivo y también dependiendo de las condiciones de la red. Se le puede informar al cliente como por ejemplo cuando ha llegado a un límite de uso. O también algún proveedor puede implementar pólizas como el servicio gratis de redes sociales, así no se cobra del banco de datos del suscriptor. Operadores también pueden implementar planes que garantizan el ancho de banda para ciertos clientes de muy alto valor. Se pueden crear planes que se alinean al presupuesto de ciertos clientes.

El uso del PCRF tiene una ventaja muy interesante para el operador de servicios como maximizar los recursos y manejo de la Calidad de servicio QoS. Algo muy importante es la gestión del congestionamiento de la red. Los operadores pueden crear e implementar soluciones para el control de congestión de red. Un dispositivo puede ser movido al mejor sitio más disponible para asegurar que el cliente pueda recibir mejor calidad de servicio. El impacto de uso extremo de ancho de banda puede ser minimizado ofreciéndoles a los clientes incentivos de redireccionar su uso a diferentes horarios del día o a lugares menos congestionadas. Con pólizas y herramienta avanzadas los operadores pueden reducir el efecto de señalización excesiva generada por aplicaciones de mensajería que constantemente envían solicitudes a la red. Esto causaría un respiro a la red como también mantendrían a los clientes felices, dándoles opciones de servicios según su presupuesto. Redes de LTE pueden ser gestionadas para monetizar adecuadamente según los presupuestos de los clientes y así aumentar la productividad de la red como incrementar los ingresos de los operadores. En este tiempo donde estamos viendo ya que los servicios de voz y SMS empiezan a disminuir por el uso de datos móviles, es muy importante la

cuestión de invertir en el PCRF para avanzar e innovar y no quedarse en la antigua sino sacar ventaja y monetizar los servicios de datos.

Capítulo 5

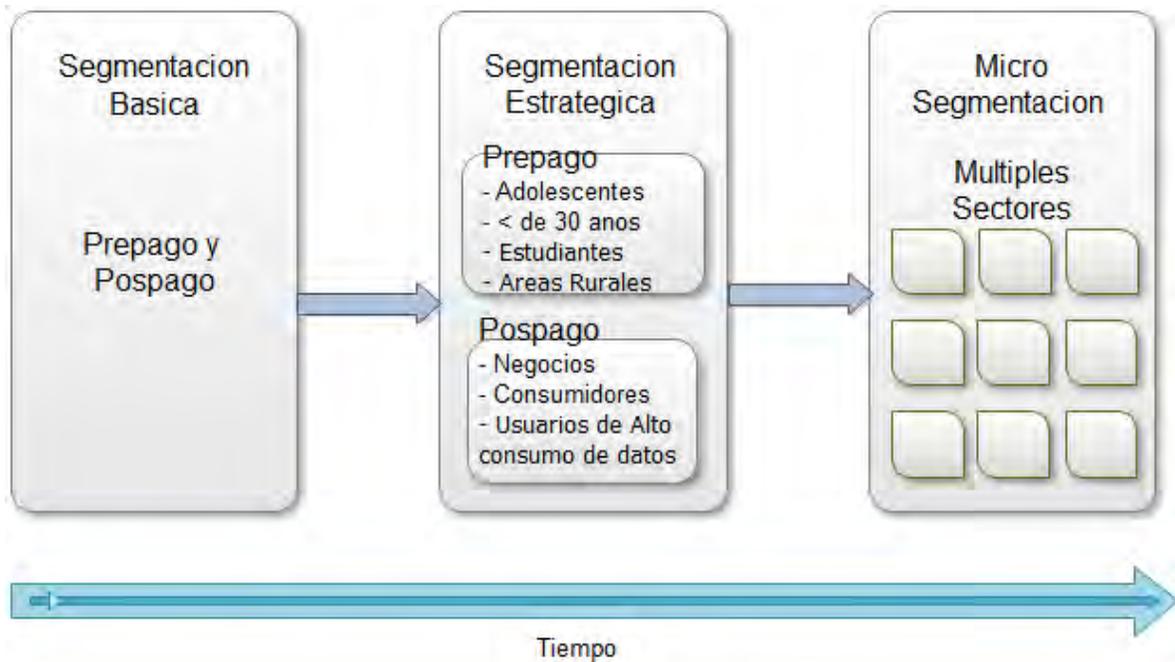
Características de Paquetes de Datos

5.1 Estrategia de Planes

En el mundo de internet y enfocandonos en los datos móviles, se puede decir que existen muchos factores que deben considerarse al momento de pensar en mercadeo. Este mercado tiene una población muy extensa la cual tiene diferentes capacidades como tambien diferentes necesidades que cumplir. Las empresas tienen la responsabilidad de llenar esas demandas para poder capturar y mantener esos mercados. Por lo tanto deben hacer segmentación de su mercado e implementar estrategias mercantiles que pueden capturar a esos clientes y mantenerlos fielmente utilizando los servicios de datos ofrecidos por esos proveedores de servicios. Estas estrategias pueden considerar el amplio mercado identificando esos grupos de consumidores y sus necesidades comunes de estos servicios. Aquí es donde entra las características de planes de datos o paquetes de datos como lo hemos descrito anteriormente.

En la figura se puede observar algunos segmentos del mercado de datos móviles.

Figura 11 Segmentación de Mercado



Como se observa, existen dos tipos principales de planes prepago y postpago, estos planes son más generalizados en este bloque, pero en el siguiente ya se observa un desglose de estos tipos principales a otros ya más enfocados a ciertos grupos de consumidores. Se puede decir que los planes son compuestos por y para las necesidades de los consumidores. Postpagos se enfocan más en negocios y organizaciones los cuales pueden manejar planes mensuales por ejemplo, y para una gama de número de empleado los cuales son administrados por la empresa. Los prepagos más se enfocan en consumidores que utilizan menor cantidad de datos y también se puede decir que lo utilizan como para diversión o únicamente para estar conectados a redes sociales por ejemplo. También se puede decir que es enfocado en consumidores como estudiantes o personas de más bajos recursos, donde ellos pueden elegir en los planes que más les complazca o alcance el bolsillo.

5.1.1 Esquemas Prepago y Pospago

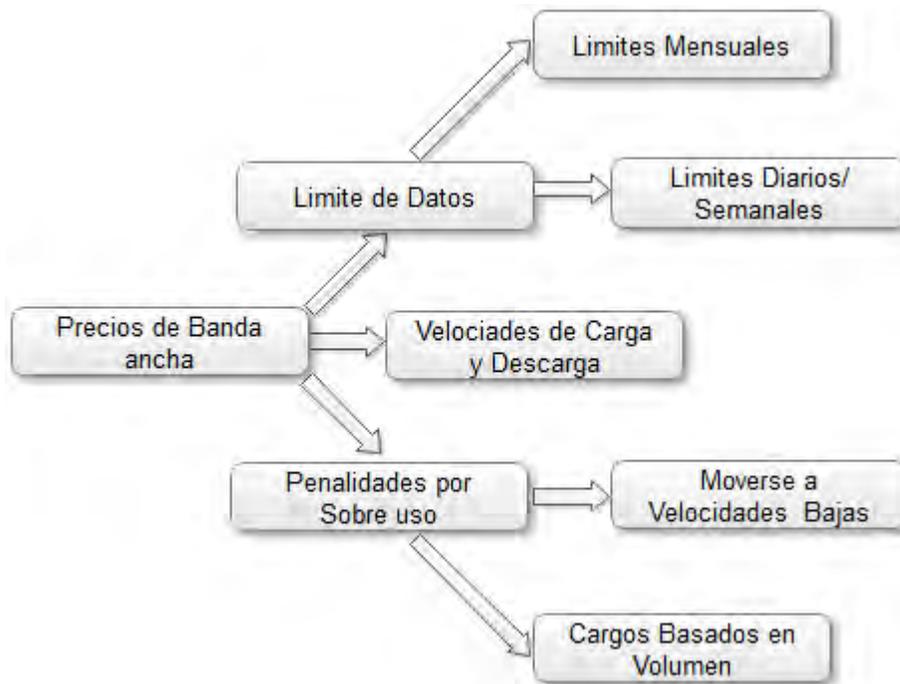
El esquema de prepago como su nombre lo dice es cuando el consumidor paga por adelantado por el uso de datos. El consumidor puede comprar por ejemplo 100MB de datos en cualquier tienda de recargas y luego se le aplican los 100MB para su uso. Estos datos siempre tienen una fecha de vencimiento. En diferentes países hay diferentes precios por estos datos.

En el caso de un plan pospago el consumidor es facturado mensualmente por el uso de los servicios de datos al final de cada ciclo. En este caso el consumidor primero es servido luego paga.

5.2 Características de Datos

Los datos móviles son manipulados o más bien se puede decir son gestionados por los operadores de servicios móviles en diferentes factores. Se puede decir que dependiendo de las diferentes características de datos se consideran para el uso justo entre los suscriptores otra característica muy común es para mejorar el control de la congestión de tráfico. La figura 11 muestra el desglose de las características de los datos los cuales se consideran para los factores ya mencionados al principio de este párrafo.

Figura 12 Características de Paquetes de Datos



Estas características son volumen, límites de velocidad, fecha de caducidad entre otros. Volúmenes de datos pueden variar según el paquete que se requiera, por ejemplo, puede haber paquetes de 1GB de datos, otros de 512MB o talvez más pequeñas cantidades.

Como también puede haber de cantidades más grandes. Estos volúmenes de datos también pueden considerar el límite de uso como pueden ser mensuales o semanales o por día. Por ejemplo, puede haber un paquete de datos con el límite de volumen de 150MB de datos que tiene una caducidad de 24 horas. Se puede decir que se puede comprar a cierta hora y tiene tiempo de vida de 24 horas de la hora que se activó el paquete. Algunos proveedores de servicios móviles consideran una pena o cobros por utilizar más del límite de volumen previsto o del volumen ofrecido en el plan, otros optan por reducir la velocidad de carga o descarga (uplink y downlink). Otros optan por cortar la conexión de datos al instante. En el caso de datos de Itinerancia muchos proveedores optan por cortar la conexión de datos ya que estos pueden generar cargos extras a los consumidores los cuales ellos no optarían por pagar. En cualquier caso, también se puede ofrecer el direccionamiento a una página de recarga y los proveedores pueden ofrecer esto sin costo alguno a sus consumidores para que ellos puedan recargar sus datos al momento que se les termine.

5.2.1 Datos basados por Volumen

Este tipo de paquete de datos es basado en volumen, puede ser el más simple y básico plan que se puede ofrecer a los clientes. En este tipo de paquete la prioridad es dada al volumen en vez de la velocidad. Pueden existir paquetes de diferentes tamaños desde por ejemplo un paquete que ofrece 100MB hasta paquetes que ofrecen GB de datos móviles. Estos pueden tener fecha de límite o no y pueden ser revocados antes de la fecha de vencimiento para no perder los datos.

5.2.2 Datos basados por Volumen-Tiempo

Estos paquetes de volumen- tiempo son predefinidos con un volumen de datos específico y tiempo de vencimiento específico. Estos paquetes, aunque son muy parecidos al anterior tienen una diferencia atractiva para los clientes. Estos se basan en volúmenes grandes de datos móviles y tiempos definidos, pero no muy largos. Tampoco se les controla la velocidad, se les deja abierto a las máximas velocidades. Otra característica muy atractiva de estos paquetes puede ser que se ofrecen durante periodos de tiempo específicos, por ejemplo, se pueden ofrecer para un fin de semana de actividades. Por ejemplo, para Navidad y Año Nuevo, entre otras actividades que se pueden mencionar.

5.2.3 Datos basados por Volumen – Velocidad

Este paquete se enfoca en volumen y velocidad fija, en este caso se puede decir que el tiempo de expiración no es considerado. Un paquete de por ejemplo un 10GB de datos y una velocidad de 3Mbps de bajada y subida, no tendría un tiempo límite o fecha de expiración. Sino que está abierto a ser utilizado hasta que se termine. En dado caso se considerarían que tamaños de paquetes serían más factibles ofrecerles a los clientes. Ya que en observación no sería factible ofrecer paquetes de volúmenes grandes sino volúmenes considerables a precios considerables para beneficiar tanto al proveedor del servicio como también al consumidor.

5.2.4 Datos basados por Tiempo – Velocidad

Estas características de un paquete de datos son muy peculiar ya que el volumen está abierto y puedes usarlo para navegar lo que sea pero su característica importante es que la velocidad está definida y el tiempo de expiración también. Esto quiere decir que un cliente puede activar o comprar este paquete de datos y al momento de activarlo él puede usar cuanto quiera y para lo que quiera teniendo en mente que su velocidad no puede pasar de lo asignado al paquete y en dado tiempo se caducará el servicio. Por ejemplo, se puede crear un paquete de datos basado en tiempo de una hora específica digamos a las 20:00 horas y velocidad por ejemplo de 5Mbps. Esta característica se puede implementar por ejemplo en las horas que menos tráfico existe en la red. Esto sería para estimular a los usuarios a usar la red más a ciertas horas.

A continuación, se pueden observar los tipos de paquetes comunes que ofrecen algunos operadores de servicios de datos. Estos datos tomados de las páginas web de estas empresas.

Figura 13 Tabla de paquetes de Datos con tiempo de expiración, Compañía Smart

Data (MB)	Price	Expires In
165	\$1.25	24 Hours
530	\$4	24 Hours
1000	\$7	3 Days
2000	\$14	7 Days
3800	\$25	15 Days
6300	\$40	30 Days
10000	\$60	30 Days
18500	\$110	40 Days
31000	\$160	40 Days

Figura 14 Tabla de Paquetes de Datos de Compañía Digi

PLAN	PRIMARY	BONUS	ALLOWANCE (MB)
XSB	\$1.25	+ \$2.75	390 (6 hours)
SB	\$3.25	+ \$5.75	990 (1 day)
MB	\$7.00	+ \$11.00	2040 (3 days)
LB	\$16.00	+ \$24.00	5100 (7 days)

Como se puede observar en las figuras 12 y 13 estas empresas se basan más en paquetes de datos de volumen y tiempo. Pero como se ha mencionado antes, hay diferentes tipos de paquetes y las características pueden variar. Entonces es cuando hay que buscar diferentes formas de atraer a los clientes llenando así sus necesidades y atrayéndolo con nuevos e innovadores paquetes para mantener los clientes. En estos días se ha notado que la competencia se basa en volumen y tiempo, lo cual provoca que estos paquetes sean ofrecidos a precios reducidos para así mantener la competencia y los clientes. Por lo cual hay que buscar diferentes modos de mercadear los datos móviles para tener más ganancias y hacer que la competencia sea más agresiva. De modo que la competencia tenga que competir con innovadores paquetes y planes también. Con esto en mente es que este trabajo se basa en la creación de paquetes para datos que se enfocan en promocionar datos para el uso de aplicaciones de medio social.

El uso del medio social ha evolucionado de manera que las empresas y negocios han tomado esta plataforma para promover sus servicios a nivel mundial. En todo el mundo los dispositivos móviles dominan en cuestión del total de minutos de conexión a internet o de estar en línea. Existen muchas razones por que las personas utilizan o se conectan a los medios sociales, según Simplilearn, el 84% lo utilizan para soportar algún caso o necesidad de lo cual ellos sienten mucho [22]. El 94% el cual es el más alto porcentaje mencionada lo hace para difundir o compartir información valuable. En la Tabla 1 se observan los porcentajes donde el menor porcentaje de 68% lo utiliza para crear una imagen y demostrar quienes son y lo que piensan.

Tabla 1 El porque la gente comparte en medios sociales



Con esta información del por qué la gente utiliza el medio social es lo que motiva a hacer este trabajo de crear paquetes que se pueden ofrecer a los clientes a precios cautivadores para que ellos pueden utilizar para sus aplicaciones de medio social. En el caso de crear paquetes que se pueden utilizar como promociones también al comprar ciertos paquetes de datos se les ofrece por ejemplo una promoción de una cantidad de MB para utilizar solo Facebook o YouTube por ejemplo.

Capítulo 6

Creación y Análisis del paquete

6.1 Creación del paquete en PCRF y SPR

El PCRF como se ha mencionado antes es donde se configuran las reglas que rigen el paquete. En este Nodo es donde las pólizas se definen utilizando el uso de datos del consumidor. Tomando en cuenta diferentes factores de uso de datos es como se pueden integrar diferentes reglas y pólizas de cobro. Aislado los diferentes aspectos o factores por los cuales se derivan los paquetes de datos se pueden innovar las formas de uso de datos que se les ofrecen a los clientes. Este trabajo se enfoca en el uso de datos para redes sociales, por lo cual se ha analizado e identificado cuales son los medios sociales más utilizados por los clientes. Por lo tanto, se ha notado que uno de las aplicaciones más utilizadas por los clientes para esta en los medios sociales es Facebook. Por lo tanto, se hará un paquete que puede ofrecer únicamente el uso de Facebook a los clientes. Estando ya terminado este paquete podrá utilizar como una promoción, o también puede ser utilizado como solo para el servicio Facebook.

6.1.1 Configuración en el RCP-PCRF

Para este paquete se utilizarán reglas simples para permitir o denegar el servicio. Ya que la aplicación será identificada por un RG (Rating Group), el cual al ser enviado por el PCRF al PGW, este podrá identificar por medio del DPI que únicamente se permitirá tráfico de esta aplicación.

Para crear el paquete se necesita identificar lo siguiente:

- El nombre que se le dará al paquete
- El ID de Aplicación se le asignara
- Un ID de paquete
- Un ID se servicio

6.1.1.1 Como añadir el paquete en el RCP - PCRF

```
ADD APPSUBS:APPID=1000, APPDESC="FBk",  
SUBSID="1000",SUBSDESC="FBk";
```

```
ADD PKGINFO:PKGID="100",PRIORITY=50,PKGATTR="SERVICE_PKG";
```

```
ADD PKGSVC:ID=100,PKGID="100",SUBSID="1000",PRIORITY=20;
```

```
ADD PKGSVC:ID=101,PKGID="100",SUBSID="1999999999",PRIORITY=10;
```

```
ADD PKGSVC:ID=102,PKGID="100",SUBSID="1000000000",PRIORITY=10;
```

6.1.1.2 Pasos para añadir el paquete en el RCP (GUI) – PCRF

Paso 1: Añadir la Póliza Básica de Uso

Figura 15 Póliza Básica de uso

Propiedadde Basicas	Propiedades Avanzadas
No. de Variable de Poliza	100
Nombre de Variable de Poliza	FB_Free
Capa de Uso	Paquete
Periodo de Uso	Mes
Tipo de Uso	Volumen
ID de Paquete	100
ID de Servicio de Suscripcion	
Limite de Uso	2000

El paquete necesita los siguientes parámetros:

- variable de póliza
- ID de paquete
- Nombre de variable de póliza
- Threshold de perfil de uso

Paso 2: Añadir Condiciones de Pólizas

Figura 16 Condiciones de pólizas

Se necesitan los siguientes parámetros:

- Variable de Póliza – uso
- Categoría – Total Ratio
- Variable de Póliza – nombre de la variable de póliza
- Valor – operador
- Tipo de valor – Valor o Variable de póliza
- Valor (%)

En este paso se definen condiciones del uso del paquete. En este trabajo se utilizó USO (Usage) en la figura se puede observar que hay tres tipos de Variables. En la categoría se tomó Total Ratio, este es un porcentaje del total de la cantidad de los MB asignados a este paquete. El parámetro de VALOR da la opción de elegir un operado en este caso la figura 16 muestra el operador menos. En el TIPO de VALOR hay dos los cuales son valor y variable de póliza. En el ejemplo se utiliza Valor y luego se asigna el valor en porcentaje el cual se le asignó el 80%.

En este paso se definen condiciones que te permitirán crear reglas para tomar decisiones según el porcentaje de uso que hay tenido el usuario. Por ejemplo, una condición puede ser si el uso es mayor a 100% deshabilita el servicio, o si el 80% del uso envía un mensaje al usuario recordándole que su uso ha llegado al 80% de su cuota. Entre muchas más condiciones que se pueden formar para condicionar el uso de un paquete.

Paso 3: Añadir Regla de Póliza del Monitor del Uso de Servicio

[Figura 17 Información de Regla para monitor de uso de Servicio](#)

Anadir Informacion de Escenario

Propiedades de Regla
Parametros de Accion

Nombre de Regla

Prioridad de Regla Tipo de Accion Configuracion de Parametro

Bandera de Log Off

Condiciones Disponibles

Variable de Poliza

ID	Condicion
132	FB_Free [Ratio Total] < 80
133	FB_Free [Ratio Total] < 100
134	FB_Free [Ratio Total] > 110

Expresion de Condicion
 Seleccione condicion y haga clic en operador para editar

&
|
~
(

FB_Free [Ratio Total] > 110

Guardar/
Cerrar
Guardar/
Nuevo
Cancelar

Anadir Informacion de Regla

Propiedades de Regla
Parametros de Accion

Parametro de Accion	Valor
Modo de Control de Limite de volumen	Valor fijo
Limite Total de Volumen	10240
Limite de Volumen de Descarga	

Se necesita lo siguiente:

- Propiedades de Regla:

- Nombre de regla
- Prioridad de regla
- Condición
- Variable de Póliza (el nombre del paquete)
- Parámetros de Acción
 - Modo de control de Threshold de Volumen
 - Threshold del volumen Total (KB)

En este paso se crea una condición utilizando la variable que se formó en el paso 2, por ejemplo la condición (FB_Free[Total Ratio]<110), esta condición se puede leer como; mientras el uso de FaceBook_Free sea menor a 110, algo suceda. Por ejemplo, si es menor a 110 puede darle acceso libre a ciertas paginas asignadas por la empresa sin cobro alguno. Puede ser para que tenga acceso a realizar compra de otro paquete. Esto quiere decir que dependiendo de esta regla el usuario puede consumir un 10% más de uso asignado en el SPR. Hay condiciones que se pueden combinar por ejemplo que una condición sea más que 100% pero menor a 110%, así son más precisas las condiciones.

Paso 4: Añadir el Propiedades del Escenario de Póliza del Monitor de uso de servicio

Para este paso se necesita los siguientes parámetros:

- Nombre del Escenario
- Categoría – TODO
- Variable – ID de Paquete de Servicio
- Valor – ID del Paquete

Para la Propiedad de la Regla, la cual es la parte inferior de la figura 18 se observa la opción del Nombre de la regla, luego de seleccionarla aparece abajo con su ID de regla la cual es asignada automáticamente, el nombre y la prioridad de esta regla. Luego que se selecciona se transfiere al lado derecho con la flecha y ya aparece como Regla Seleccionada.

Figura 18 Propiedades del Escenario de Póliza

Añadir Información de Escenario

Propiedades de Escenarios
Propiedades de Regla

Nombre de Escenario

Variables de Poliza Seleccionadas

Categoría

Variable de Poliza

Variables de Poliza Seleccionadas

Valor

ID de Paquete de Servicio

Añadir Información de Escenario

Propiedades de Escenario
Propiedades de Regla

Reglas Disponibles

Nombre de Regla

ID de Regla	Nombre de Regla	Prioridad
311	FB_Free_monitor	Prioridad

Detalles de Regla

[ID de Regla]: 311

[Nombre de Regla]: FB_Free_monitor

[Tipo de Poliza]: Monitor de Uso de Servicio Poliza

[Prioridad de Regla]: 1

[Bandera de Log]: Off

[Expresion de condicion]: FB_Free_monitor

Variables de Poliza Seleccionadas

Paso 5: Añadir Reglas de Pólizas de notificación:

Para añadir una notificación necesitar crear un nombre de la regla, y luego te muestra las condiciones disponibles que puedes usar para crear las combinaciones necesaria, Por ejemplo, en la figura 18 se observa las condicione con menor a 80, menor a 100 y mayor a 110. Más abajo se puede observar una expresión ya creada que dice que si Ratio Total de este paquete con el nombre de Shoutcast_256MB es menor a 80 y menor a 100. Siempre hay que analizar bien las expresiones las

cuales pueden confundirnos si no observamos bien las condiciones. Esta expresión haría más sentido si se dijera mayor a 80 y menor a 100. O de otra forma como estamos usando una condición ya creada con mayor a 80, se puede utilizar el signo de negación y la expresión diría no menor a 80 y menor a 100. Lo cual le daría más sentido a una expresión. Un ejemplo más claro se puede observar a continuación con la expresión del paquete de FaceBook_Free:

Ej: ~ {FB_Free [Total Ration]<80} & {FaceBookFree [Total Ratio]<100}

En los Parámetros de Acción, se selecciona el tipo de notificación, el ciclo de envío, el valor del ciclo de envío y el número máximo de veces que se enviara esta notificación.

Figura 19 Reglas de Pólizas de notificaciones

Añadir Información de Notificación

Propiedades de Regla
Parametros de Accion

Nombre de Regla

Prioridad de Regla Tipo de Accion Aviso sin demora

Bandera de Log Off

Condiciones Disponibles

Variable de Poliza

ID	Condicion
132	FB_Free [Ratio Total] < 80
133	FB_Free [Ratio Total] < 100
134	FB_Free [Ratio Total] > 110

Expresion de Condicion
 Seleccione condicion y haga clic en operador para editar

&
|
~
(

~FB_Free [Ratio Total] < 80&FB_Free [Raio Total] < 100

Guardar/
Cerrar
Guardar/
Nuevo
Cancelar

Añadir Información de Regla

Propiedades de Regla
Parametros de Accion

Parametro de Accion	Valor
Contenido de Aviso de SMS/Correo electronico	mayor_a_80
ID Global de Aviso	101
Tipo de Aviso	SMS/Correo-E
Unidad de ciclo de envio de SMS	Mes
Valor de ciclo de envio de SMS	1

Paso 6: Añadir el Escenario de Póliza de notificación

Para este paso se necesita lo siguiente:

- Nombre de Escenario

- Categoría – TODO
- Variable de Póliza – ID de Paquete de Servicio
- Valor – ID de Paquete de Servicio

Para las Propiedades de Regla se necesita seleccionar el nombre de la notificación donde dice Nombre de regla y luego se observa los datos de esta regla como la ID y su prioridad. Luego hay que ir pasándolas al lado derecho con las flechas y bajo Reglas seleccionadas se pueden observar cada una de las reglas de este escenario.

Figura 20 Información de Escenario

Anadir Informacion de Escenario X

Propiedades de Escenarios | Propiedades de Regla

Nombre de Escenario

Variables de Poliza Disponibles

Categoria

Variable de Poliza

Variables de Poliza Seleccionadas

> <

Valor

ID de Paquete de Servicio

Anadir Informacion de Escenario X

Propiedades de Escenario | Propiedades de Regla

Reglas Disponibles

Nombre de Regla

ID de Regla	Nombre de Regla	Prioridad
313	FB_Free_notificacion80 %	1

Reglas Seleccionadas

> >

> >

< <

< <

Detalles de Regla

[ID de Regla]: 313
 [Nombre de Regla]: FB_Free_notificacion80%
 [Tipo de Poliza]: Poliza de Aviso

[Prioridad de Regla]: 1
 [Bandera de Log]: Off
 [Expresion de condicion]: ~FB-Free[Ratio total] < 80&FB-Free[Ratio total] < 100

Paso 7: Añadir la Regla de Póliza de control de Servicio

Para este paso se debe tener en consideración la creación del contenido de la Regla de servicio, por ejemplo, un contenido puede ser el nombre de la aplicación que se está usando para crear este paquete. También puede ser una regla para habilitar o deshabilitar el

servicio, otro puede ser para permitir solo tráfico de DNS. En la siguiente figura se observa el nombre de la regla y el tipo de regla, ya que puede ser por defecto o predefinido. En el caos del ejemplo esta como definido. También se pueden observar las propiedades de la información con sus respectivos valores. También algo importante la ID de aplicación identifica el tipo de servicio y una clave de monitoreo. Esto es ya más a profundidad cuando estas analizando las trazas te encuentras con ciertos números y estos ya sabiendo que identifican ciertos parámetros. Por ejemplo, en las trazas se observaran clave de monitoreo 10 como lo muestra el ejemplo, esto te indica que se refiere a la aplicación y regla de servicio que se está implementando.

Figura 21 Contenido de Regla de Servicio

Anadir Contenido de Regla de Servicio ✕

Nombre de Regla de Servicio

Tipo de Regla de Servicio

Informacion de Propiedades

Propiedad	Valor
Nombre de Regla	FB_Free
ID de Aplicacion	1000
Clave de Monitoreo	1000
Grupo de Rating	
Monitoreo de Reporte de Uso	

Figura 22 Regla de Información de Control de Servicio

Anadir Informacion de Regla X

Propiedades de Regla | **Parametros de Accion**

Nombre de Regla:

Prioridad de Regla: Tipo de Accion: **Parametros de Configuracion**

Bandera de Log:

Condiciones Disponibles

Variable de Poliza:

ID	Condicion
13	Aplicacion Gx=1000
14	Aplicacion Gx=1000000000
15	Aplicacion Gx=1999999999

Expresion de Condicion
 Seleccione condicion y haga clic en operador para editar

& | ~ (

FB_Free [Ratio Total] < 100&Aplicacion Gx=1000

En la figura 22 se observa la Regla de información donde se crea la regla con expresiones antes creadas como condiciones, para permitir o no permitir el acceso a internet o a algún servicio. Tener en cuenta que se están creando reglas de servicio. En el caso del paquete de FaceBook_Free, este debe ser una regla que permita el acceso a tráfico de este tipo de aplicación. Algunos ejemplos de reglas se muestran a continuación:

{FaceBook_Free [Total Ratio]<100} & {Gx Application ID=1000}

La expresión anterior indica que si el tráfico acumulado de este paquete es menor a 100% y la aplicación es 1000 debe permitir el tráfico. Más adelante vamos a mostrar cómo se entrelazan con el contenido de la regla de servicio figura 21.

(~{100MB_FaceBookFree [Total Ratio]<100} & {100MB_FaceBookFree {Total Ratio] <110}) & {Gx Application ID=1000}

El segundo ejemplo indica que, si el uso del paquete no es menor a 100 y menor a 110 y aplicación es 1000, debe permitir tráfico aun. En el nombre de la regla se puede identificar para tener más claridad de las expresiones y a que se refieren.

Figura 23 Regla de servicio y condición

ID	Condicion
13	FB_Free [Ratio Total] < 100
14	FB_Free [Ratio Total] < 110
15	FB_Free [Ratio Total] < 80

La figura 23, es otro ejemplo con el nombre de regla de servicio y una expresión que va según el nombre. Siempre deben corresponder con el nombre para mejor identificación.

Estas reglas también se entrelazan con reglas del PCEF- PGW. El parámetro de acción identifica cual sería la regla para considerar cuando se cumple una condición en el uso acumulado por el SPR, y el PCEF debe implementar la regla o póliza de cobro.

Figura 24 Parámetro de Acción de regla de información

Parametro de Accion	Valor
Parametros de Regla de Servicio de PCEF	FB_Free_limit
Parametros de Regla de Servicio de DPI Externo	
Parametros de Regla de QoS	
Parametros de Regla de ADC	

Se puede observar que la regla de PCEF con la que se relaciona es la de DNS, así que al cumplir la condición de la expresión mencionada la regla o póliza que se implementará en el PGW será la de DNS.

Paso 8: Anadir el Escenario de Póliza de control de Servicio:

En este escenario se crea la regla añadiendo el paquete o la identidad del paquete que viene siendo la ID del paquete de servicio y se le nombra con nombre que se puede identificar el escenario. Se recomienda que los nombres se escojan de acuerdo a los escenarios o reglas para no confundirse.

Figura 25 Escenario de Póliza de control de servicio

Nombre de Escenario:

Variables de Poliza Disponibles

Categoría:

Variable de Poliza:

Variables de Poliza Seleccionadas

Valor

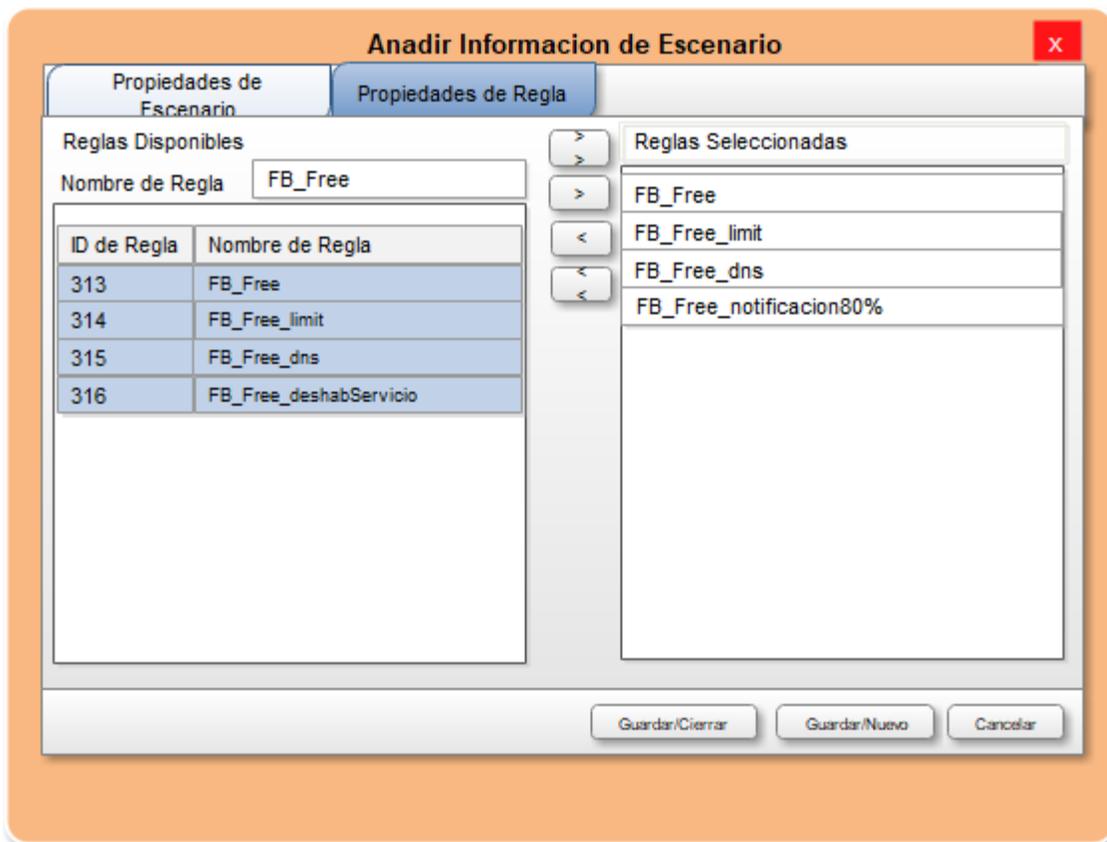
Indicador de Roaming:

ID de Paquete de Servicio:

En la figura 25 se observa el nombre claramente identificando el escenario. La categoría sería Todo, y la variable de Póliza es la ID de paquete de servicio como se muestra al lado derecho de la imagen. El valor sería el número o ID del paquete. Según la imagen se observa que se puede tener más de un valor, pero en el lado derecho se indica que solo puede tener máximo 3 variables.

En la propiedad de la regla se puede observar cómo se elige el nombre de la regla y se transfiere al lado derecho de la ventana para ir seleccionando las reglas y así crear los escenarios. En la siguiente figura se observa tres reglas en el escenario.

Figura 26 Propiedad de regla de Información de Escenario



Una vez ya terminados los pasos para crear el paquete se puede enviar o ejecutar para que se cree el paquete en el GUI del PCRF. Se confirma y se guarda la información para luego proseguir con la configuración de reglas y parámetros en los otros nodos como SPR y PGW. Hasta aquí todavía no se pueden iniciar pruebas porque todavía se necesitan los parámetros en los nodos mencionados.

6.1.2 Configuración en el SPR

El SPR (Subscriber Repository Profile) es donde se guarda el perfil del cliente o suscriptor de servicio. Aquí es donde se guarda la información del paquete que ha comprado el suscriptor en su debido tiempo. Cuando un cliente compra o se le regala alguna promoción de datos siempre hay un paquete en el SPR que designa cuáles son los servicios que el cliente puede usar. Por ejemplo, si el cliente prepago se compra un paquete de datos regular o estándar de 1 GB de volumen, se puede decir que es un paquete de datos que le permite usar los servicios de datos para acceder a cualquier cosa en internet. Se puede decir que este cliente no tiene restricciones para el uso de internet, hasta que haya consumido el GB de datos que se le asignó en ese paquete.

En el SPR se necesita lo siguiente para crear un nuevo paquete:

- ADD SPRPAKINFO: PAKID=100,NAME="100MB FaceBook_Free_PKG";
- ADD SPRUSGID: USGID=70,USGDESC="100MB FaceBook_Free_usage",ASCPID=515;

El comando (SPRPAKINFO) designa una ID que se le asigna a este paquete y un nombre. Esto sirve para el momento de asignarlo al cliente se busca por ID y también se puede reconocer por nombre. También se le asigna una ID para el uso en el SPR, este uso denomina la cantidad de MB que se le asigna a este usuario de este paquete. En el sistema de aprovisionamiento estos comandos son muy importantes porque que deben ser enviados para que el SPR reconozca que paquete se le está asignando al usuario como también para poder llevar control del uso y las reglas y pólizas que deben ser aplicadas.

6.2 Configuración en el PGW

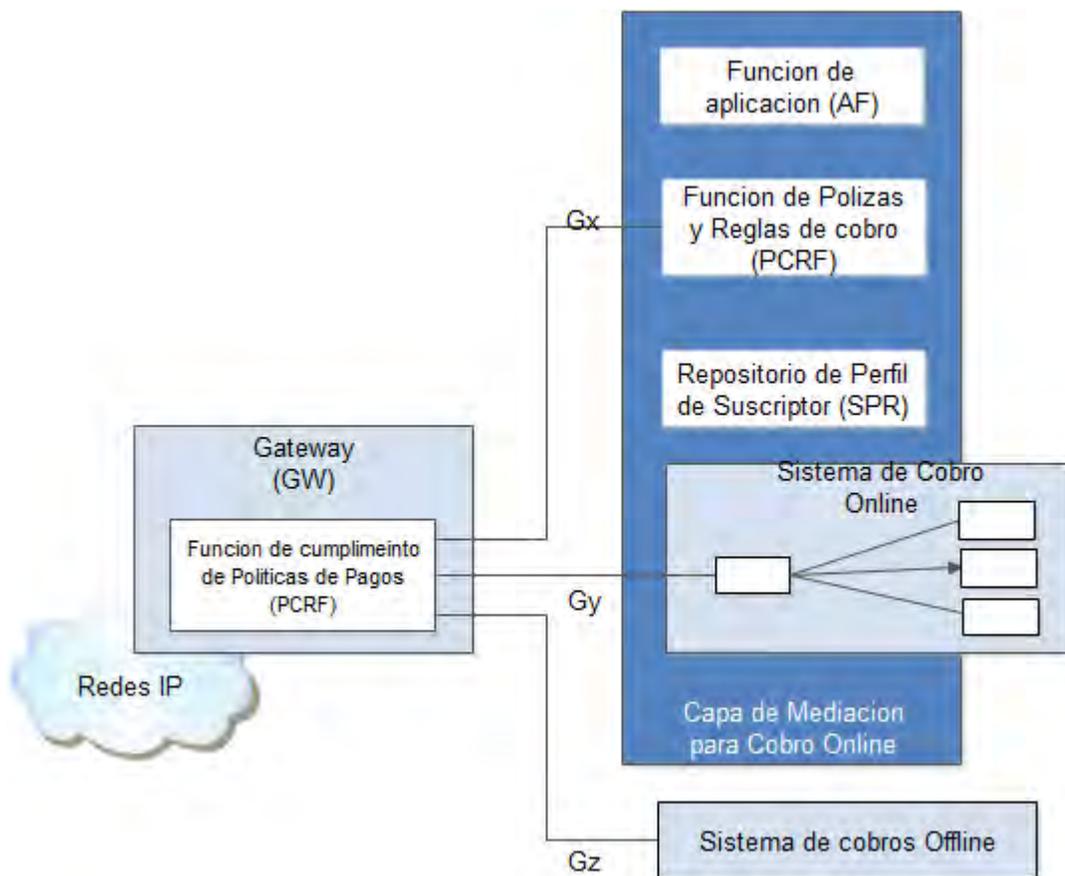
El PGW es el Nodo o el Elemento de Red que envía y recibe tráfico hacia y de Internet hacia el usuario. Como se ha dicho el PGW es un Gateway entre el usuario e Internet. Este Nodo se encarga de verificar que cada usuario que llega tenga su perfil en el SPR por lo cual le pregunta al SPR sobre la información de perfil como qué tipo de suscripción tiene, y que tipo de paquete o paquetes tiene. Dependiendo de la respuesta del SPR el PGW analiza el tráfico y toma el RG o SI enviado por el PCRF y lo envía al OCS. El OCS debe responderle al PGW si el usuario tiene o no autorización para usar la red hacia internet. El

PGW revisa las reglas relacionadas con el RG y refuerza o implementa las pólizas que gobiernan el servicio requerido. Entonces es cuando el PCEF toma su lugar para la implementación de reglas y servicios que se deben permitir o no permitir al usuario. Cuando el PGW envía una solicitud para cuota al OCS envía el RG y si el OCS tiene unidades de datos en los “bolsillos” o bancos de este RG, entonces le envía una cuota asignada al PGW. Este entonces le permite al usuario hacer uso del servicio relacionado al RG. Si el OCS regresa con una respuesta que el banco está vacío, entonces es trabajo del PGW en forzar las reglas que están en el PCEF y deshabilitar el acceso del usuario o redireccionarlo. Por lo tanto, hay reglas conocidas como PCC (Policy and Charging Control) Pólizas y Control de Cargos, los cuales se configuran en el XGW- PGW.

6.2.1 Arquitectura PCC

La Arquitectura del PCC en 3GPP tiene un modelo abstracto y referencia lógica par control de póliza y el flujo basado en control de cargos [23]. Esta arquitectura de PCC (Policy Charging and Control) está formada por un número de componentes e interfaces referidas como puntos de referencia. El PCC tiene soporte para cargos basados en volumen, cargos basados en tiempo o una combinación de ambos; también puede soportar cargos basados en eventos o ningún cargo. Las características de cobros, entre otras, son algunas posibilidades de aplicar diferentes cargos basados en posición o lugar geográfico donde el usuario se encuentra en tiempo real. Acceso al internet es controlado por el PGW donde radica el PCRF.

Figura 27 Arquitectura PCC - 3GPP



6.2.2 Reglas del PCC

Las reglas del PCC son una combinación de información que se requiere para detección, control de pólizas y el apropiado cobro de un servicio de flujo de datos. Estas reglas de PCC son la información que se intercambia entre el PCEF y el PCRF. La información de una regla de PCC consiste de tres componentes [23]:

- (a) Detección de servicio de flujo de datos
- (b) Control de Pólizas
- (c) Control de cobro

La información que componen las reglas del PCC depende en los datos de suscripción del usuario. Por lo tanto, para que se permita el control de cobro en el flujo de servicio de datos la información en la regla del PCC identifica el flujo de servicio de datos y especifica los parámetros para el cobro.

Por otro lado, para que se permita un control de cobro por medio de detección del tráfico de una aplicación por la regla de ADC para TDF la información contenida en la regla ADC debe tener un identificador de aplicación y debe especificar los parámetros de control de cobro. Esta regla de ADC también depende de los datos contenidos en la suscripción del usuario o su perfil de suscripción.

La arquitectura de PCC permite el rechazo o descartar paquetes que no maten con las reglas establecidas en el PCC para un servicio de flujo de datos. Esta también permite el control de cobro por servicio de flujo de dato o por aplicación ya sea independiente de la póliza de control. Control de Póliza y cargo basado en flujo pueden ser activados por una detección de servicio de flujo de datos, no se necesita más que este único servicio o detección es suficiente para activar ambas características. Otra de las características de esta arquitectura es el monitoreo de recursos utilizados por un usuario en tiempo real independiente de los mecanismos de cobro, esto se conoce como el control de monitoreo de uso.

El poder soportar decisión de pólizas basado en el uso o consumo del cliente es otra de las características bajo la arquitectura del PCC; como también decisiones basados en el estatus de congestión en el plano del usuario en el RAN. Estos son algunas de las características de las reglas de PCC y su arquitectura en las cuales se basan los prototipos de cobros que se pueden implementar en una red EPC.

6.2.3 Configuración de reglas PCC

En esta sección se van a presentar algunas reglas que se configuraron para la implementación del paquete de FB_Free.

```
regla-de-control FB_Free
```

```
control-de-acceso habilitado
```

```
monitor-de-uso habilitado 20
```

```
regla-de-control FB_Free_limite
```

control-de-acceso habilitado

monitor-de-uso habilitado 20

regla-de-cobro regla-de-cobro_FB_Free carga 1000 1000 descarga 1000
1000 no gratis tipo-flux-offline 13 tipo-flux-online 13 flujo-de-
carga offline contenido-de-salida-a cargar si

APN:

clase-map-servicio 1000 200

regla-is-apn 1994 valor 1000 descripcion-ap FB_Free

control-de-cargo defecto FB_Free_defecto 1000 regla-de-
cobro1000000000 defecto precedencia 4000000000

control-de-cargo predefinida FB_Free_limite 1000 regla-de-
cargaFB_Free FB_Free precedencia 100

control-de-cargo predefinida FB_Free 1000 regla-de-carga_FB_Free
FB_Free precedencia 100

6.3 Pruebas del paquete

Una vez ya implementado las reglas del PCC y todos los parámetros están configurado en el PGW, se pueden iniciar las pruebas del paquete. En el SPR se añade el paquete al perfil del usuario y se observa si se aplica correctamente. Se hace una búsqueda por IMSI en el SPR para verificar que este paquete se añadió correctamente, luego en la sección de uso del paquete se puede verificar el uso aplicado o sea la cantidad de volumen que se permitirá usar. Hay que recordar que cada paquete esta creado con condiciones que dependen del

uso y las reglas también asignadas en el PCRf. Estas reglas trabajan en conjunto con las reglas del PCEF las cuales forman las reglas y pólizas implementadas por el PCC.

6.3.1 Pruebas del paquete de FB

6.3.2 Escenarios de pruebas del paquete de FB complementado con otros paquetes

En estos escenarios se realizaron pruebas para que verificar el correcto funcionamiento del paquete de FB_Free en conjunto con otros paquetes y bancos. Para esto se necesitó realizar pruebas con diferentes escenarios para verificar que los bancos son deducidos según el consumo y el uso del tráfico utilizado por el usuario. Esto quiere decir que si el usuario tiene el paquete de FB_Free y tiene también Datos Promo, el usuario utilice correctamente el banco de FB_Free al utilizar su aplicación de FB y el consumo no se registre en otro banco que no sea el de FB_Free. Del mismo modo cuando el usuario utilice otras aplicaciones su consumo se deducirá de los bancos correspondientes y no de FB_Free. También que cuando el banco de FB_Free llegue a cero, el usuario pueda seguir usando su aplicación sin problema alguno y ahora el cobro sea realizado del banco de Datos Promo y por lo consiguiente el banco de Datos Std cuando el del Promo se haya terminado. A continuación se explican los diferentes escenarios que se probaron para las correctas verificaciones del cobro según el paquete que tiene el usuario en su perfil. Poniendo así la centralización del paquete de FB_Free que se cobre según su banco.

6.3.2.1 Escenario 1: FB_Free (con otros bancos con saldo; Datos Std - Datos Promo)

- a. Navegar FB únicamente – Solo el banco de FB_Free debe recibir cargos

El escenario 1 es probado y se abre la aplicación únicamente, se navega la página para consumir datos y el resultado observado es que el banco de FB_Free recibe el cargo como se propuso.

- b. Descarga de un archivo fuera de FB – Solo el banco de Datos Std o Datos Promo debe recibir el cargo

En el segundo paso ya no se navega FB y se comienza a navegar con otra aplicación, en este caso se utiliza YouTube para consumir una considerada cantidad de datos para que se note la diferencia en el consumo. Al verificar el saldo de datos se observa que el balance fue deducido en el banco de Data Promo. ¿Porque Datos Promo y no Datos Std? Simplemente porque en la jerarquía de bancos Datos Promo

tiene prioridad sobre Datos Std. Eso quiere decir que Datos Promo debe ser consumido primero antes de consumir Datos Std.

6.3.2.2 Escenario 2: FB_Free y transición a Datos Std

En este escenario FB_Free tiene un balance de 40MB es su banco correspondiente, se inician videos y navegación por medio de FB únicamente, el propósito es consumir este balance de 40MB de volumen de datos que están disponibles en el banco de FB_Free y verificar que no se estén cobrando de otro banco. Se observa que al terminar estos 40MB el banco queda en cero, pero el usuario debe seguir su navegación ininterrumpida. Que sucede aquí, cuando el banco de datos de FB_Free llega a cero el OCS ya no puede seguir dando cuota al RG 1000 que pertenece a FB_Free, pero debe dar del banco de Datos Std, para no interrumpir el servicio del usuario.

En el escenario 1 se observó que al terminarse FB_Free el siguiente banco en proporcionar unidades de datos fue el de Datos Promo, pero en este escenario este banco de Datos Promo ya estaba en cero también. Así que el siguiente banco que debe entrar en juego y suplir la cuota es el de Datos Std y se observó que si fue exitosamente activado este banco el cual permitió que el usuario ni siquiera se diera cuenta que su banco de FB_Free se había terminado.

6.3.2.3 Escenario 3: Uso Datos Std después del consumo total de FB_Free

a. Descargar un archivo – observar el banco a quien se hacen los cargos

En este escenario se consumió un volumen de datos considerable para poder observar en que banco se reflejaron los cobros. Se esperaba que los cobros se hicieran en el banco de Datos Std, ya que era el banco el cual tenía unidades de datos únicamente. Hasta este escenario, Datos Promo y FB_Free ya estaban vacíos o en cero.

- b. La segunda prueba en esta categoría fue navegar en FB únicamente y observar de que banco se consumirían los datos. Se puede pensar que no se podría navegar en FB por que el banco de FB_Free está vacío, pero no, en este caso se debe permitir la navegación aunque el banco de FB_Free está vacío por que el banco de Datos Std, es aplicable para permitir todo tipo de navegación, una vez que el banco de FB_Free este vacío, este banco debe permitir la navegación en FB y continuar

con transparencia la navegación sin afectación alguna. Esto con el fin de no afectar al usuario cuando el banco de FB_Free este ya vacío.

6.3.2.4 Escenario 4:FB_Free – se añade un nuevo paquete

En este escenario se probó nuevamente el paquete de FB_Free, esto teniendo balance en el banco de Datos Std. Verificado que dicho banco de Datos Std, tenía balance se añadió un nuevo paquete de FB_Free al usuario.

- a. Se inicia la navegación de FB nuevamente, teniendo en cuenta que FB estaba navegando en el escenario 3b con Datos Std. Se observa que inmediatamente ocurre una autenticación entre el OCS y el PGW, y las reglas y pólizas se implementan inmediatamente. El PGW entonces se comunica con el PCRF por medio de un mensaje de CCR (Credit Control Request) y el PCRF le contesta con un CCA (Credit Control Answer) informándole del paquete ahora disponible en el perfil del usuario, y las reglas que se deben implementar; el PGW entonces envía otro mensaje CCR al OCS ya con el RG 1000 del paquete de FB_Free de nuevo pidiendo cuota para este RG. El OCS entonces verifica si el banco de FB_Free tiene saldo o balance y como ahora ya tiene saldo pues toma la cuota asignada y se lo envía al PGW el cual le permitirá a la aplicación de FB poder acceder a internet usando su cuota y su banco correspondiente.
- b. Nuevamente se navega con otras aplicaciones y se descarga un archivo, se consume una considerable cantidad de datos, y se observan nuevamente los bancos que se cobran. En este escenario se usa varias aplicaciones como también FB y luego se observan los cobros. Se observa que únicamente el consumo de FB se hace del banco de FB_Free y el consumo de las otras aplicaciones se cobra del banco de Datos Std. Luego se consume todos los Datos de Std hasta llegar a cero. El resultado de esto es que al momento de llegar este banco de Datos Std a cero todas las demás aplicaciones dejan de navegar, pero FB_Free siempre tiene datos, el cual le permite seguir navegando sin interrupción; el cual es el resultado esperado y en hecho así sucede.

6.4 Análisis del comportamiento del paquete

El análisis del paquete y los escenarios que se mencionan anteriormente se presentan en esta sección con más calma ya que aquí se les presenta los escenarios con las trazas, los

valores y balances en cada banco para que se pueda absorber con más claridad. Para que en cada escenario se pueda observar cómo los bancos asignan las cuotas de datos y como se deducen los balances conforme se navega en cada aplicación según los escenarios planteados.

6.4.1 FB con otros bancos con saldo: Data, Promo Data

En este escenario como se puede observar en la figura 28 los bancos tienen crédito, cada banco disponible tiene diferente cantidad, sin embargo, cuando el OCS asigna una cuota lo hace de una cantidad de 30 MB de unidades de datos. Por lo tanto, se puede observar que el banco de Datos Std tiene aproximadamente 144MB, el banco de FB_Free tiene 200MB y el de Datos Promo tiene 100MB.

Figura 28 Tres bancos con saldo

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.756487	0.000000	144.756487	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	170.000000	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	70.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

a. Navegando FB solamente – Observar el banco que absorbió el cargo

Luego de verificar los saldos de cada banco, se inician las pruebas primeramente navegando con la aplicación de FB. Se navega, se descargan videos de FB y se consume una cantidad de datos que se pueda observar un descuento en el balance. La siguiente figura 29 muestra como la aplicación de FB ha usado aproximadamente 79MB de datos incluyendo los 30 MB que se ha dado al PGW.

Figura 29 Banco FB_Free con considerable consumo

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.756487	0.000000	144.756487	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	121.265714	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	89.333895	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Al observar más a fondo se nota que consumió únicamente de FB_Free, ya que la cuota asignada y reflejada en Datos Std y Datos Promo solo se asignó, pero no se consumió.

- b. La figura 30 muestra los balances nuevamente y en este caso se continúa la sesión teniendo en cuenta los balances en cada banco. Teniendo Datos Std aproximadamente 144MB, FB_Free con 64MB aproximadamente y Datos Promo con 68Mb aproximadamente. Se continúa con una descarga de un archivo y se observa que banco se cobra, en esta ocasión se usó la aplicación de YouTube y se descargaron algunos videos para consumir datos. Hay que tener en cuenta que la aplicación de FB esta activa y puede también tener actualizaciones en el fondo sin nosotros darnos cuenta de lo que está pasando. Por lo tanto, la figura muestra un consumo de aproximadamente 3MB mientras Datos Promo es el que refleja un consumo más notable, con un balance de 11MB aproximadamente.

Figura 30 Consumo en Datos Promo

Suscriptor						
5016xxxxxx						
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.758487	0.000000	144.758487	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	61.834858	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	11.376034	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.758487	0.000000	144.758487	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	60.891155	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	11.376034	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

6.4.2 FB_Free (40MB) y transición a Datos Std

Ahora se navega con FB hasta agotar el balance de aproximadamente 40MB de datos que tiene en su banco correspondiente. Como se puede ver en la imagen el banco de Datos Promo ya está en cero su banco por lo tanto al momento de navegar alguna otra aplicación el banco que va a reflejar ese uso será el banco de Datos Std. Como hemos visto hasta el momento ese banco no se había tocado.

Figura 31 Consumo en FB_Free y Datos Std

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.756487	0.000000	140.091628	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	40.646144	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.756487	0.000000	139.830115	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	2.697288	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Después de navegar algún tiempo en FB se nota que el balance ha bajado a 2MB aproximadamente y también se observa que Datos Std ha bajo un poquito. Se sigue navegando en FB para poder agotar el saldo y luego observar como el consumo de datos debe permitir la transición al banco de Datos Std. Hay que recordar que el banco de Datos Std es capaz de permitir la navegación de FB también. Así que al momento de que el banco de FB_Free se agote el usuario debe seguir navegando en FB con toda transparencia sin ningún problema de navegación.

6.4.3 Uso de Datos Std después de agotar el banco de FB_Free

En este escenario se puede notar en la figura 32 se observa que ahora únicamente el banco de Datos Std tiene saldo. En los escenarios anteriores se agotaron los bancos de FB_Free y el de Datos Promo. En la imagen se puede ver que el balance ahora es de aproximadamente 113MB de datos que hay para el uso de internet. El banco de Datos disponible permite todo tipo de navegación. Por lo tanto, la navegación en FB no debe ser un problema. La navegación debe ser transparente.

Ahora se navega todo tipo de aplicaciones necesarias se pueden ver videos o descargar archivos para consumir el saldo de este banco.

Figura 32 Banco de Datos Std con saldo

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.758487	0.000000	113.945503	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Para observar que no haya ningún problema en la navegación mencionada anteriormente se sigue un patrón para observar cómo serán los resultados de la navegación. Se inicia únicamente navegando FB para observar si hay algún contratiempo, o si la navegación es transparente y no se afecta de ninguna manera. Se detiene la navegación y se verifica el consumo de este banco. Ya que la experiencia de la navegación no fue afectada de ninguna forma. En la siguiente imagen se observa que el saldo ha bajado a aproximadamente 65MB. Esto confirma que la navegación que ocurrió con la aplicación de FB fue cobrada de este banco, y no ocurrió ningún contratiempo en la navegación.

Figura 33 Navegación FB únicamente - observar banco cobrado

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	144.758487	0.000000	65.883289	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	100.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Hasta este punto se ha notado que los bancos están respondiendo con el resultado deseado. Siguiendo la prioridad que se les ha dado de permitir el uso del banco de FB_Free cuando se navega FB. Siguiendo con el consumo de Datos Promo si hay navegación diferente a FB, y al momento de agotar el banco de Datos Promo la transición al banco de Datos Std es transparente y no afecta ningún servicio. También se observó que cuando se agota el banco de FB_Free la navegación de FB continúa sin ningún problema utilizando el saldo de los otros bancos según la disponibilidad de saldo.

Se hace una pausa de la navegación y consumo para verificar el perfil del usuario y observar los balances reales con los balances en tiempo real. Para esto se requiere poner el móvil en modo avión. Luego se verifican los balances y los paquetes que el usuario tiene en su perfil en el SPR.

Figura 34 Verificación de Paquete en perfil de usuario y balance

Servicio EPC	Servicio GPRS	Modificar/Buscar Usuario SPR	Añadir Información de Uso			
<input checked="" type="radio"/> IMS/MSISDN (ej. Usuario WCDMA)	<input type="radio"/> PCCP/PCCPU (ej. Usuario WiMax/IMS)	<input type="radio"/> Grupo				
IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/>	MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/>	<input type="button" value="Buscar"/>				
Usuario SPR (IMSI-7026x5010x) PAQ(Datos_Std)		Propiedades Basicas de Usuario SPR IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/> MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/>				
<input type="button" value="Propiedades Basicas"/> <input type="button" value="Propiedades Extendidas"/>		<input type="button" value="Uso Descuento"/> <input type="button" value="Uso de Rollover"/>				
Suscriptor <input type="text" value="5016xxxxxx"/>						
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	125.741149	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

En la figura 34 se observa la verificación del paquete presente en el perfil del usuario y se confirma con el balance en el banco presente en el Sistema de cobros. Observando el paquete que está presente se puede decir que el paquete de FB_Free que tenía al principio de las pruebas ya no está presente por la razón de que al momento de terminarse el paquete se envían comandos al perfil del usuario para remover ese paquete que ya no tiene balance disponible en el sistema de cobro

6.4.4 Añadir un Nuevo paquete de FB_Free

Como se observó en la sección 6.4.3 en el último párrafo se verifico el perfil del usuario y solo tenía el paquete de Datos Std. Ahora teniendo únicamente ese paquete de Datos Std, se le agrega un paquete de FB_Free. Esto, para observar el comportamiento al momento de añadir el paquete de FB_Free. El comportamiento esperado es que al momento de añadir este paquete y el usuario empieza a navegar en FB, el PGW envía la solicitud de cuota al OCS con el RG 1000 asignado a este paquete y el OCS verifica los bancos y ve que el banco de FB_Free ya tiene saldo nuevamente. Entonces lo que hace el OCS le da su cuota al PGW del banco correspondiente el cual es de FB_Free.

Figura 35 Anadir un paquete de FB_Free

Servicio EPC	Servicio GPRS	Modificar/Buscar Usuario SPR	Añadir Información de Uso			
<input checked="" type="radio"/> IMS/MSISDN (ej. Usuario WCDMA)	<input type="radio"/> PCCP/PCCPU (ej. Usuario WiMax/IMS)	<input type="radio"/> Grupo				
IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/>	MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/>	<input type="button" value="Buscar"/>				
Usuario SPR (IMSI-7026x5010x) <input type="button" value="PAQ(FB_Free)"/> <input type="button" value="PAQ(Datos_Std)"/>	Propiedades Basicas de Usuario SPR IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/> MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/> <input type="button" value="Propiedades Basicas"/> <input type="button" value="Propiedades Extendidas"/> <input type="button" value="Uso Descuento"/> <input type="button" value="Uso de Rollover"/>					
Suscriptor <input type="text" value="5016xxxxxx"/>						
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	125.741149	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Se observa en la figura que ahora el banco de FB_Free tiene 200MB de datos y el de Datos Std tiene aproximadamente 125MB de datos para utilizar. También se puede observar que el perfil del usuario ahora tiene dos paquetes, el de Datos Std y el de FB_Free. Se inicia el dispositivo y se crea la sesión, al crear la sesión el PGW envía el CCR al OCS preguntando si hay cuota para el RG de Datos Std el cual se puede ver en la línea siete del trazado en la figura siguiente, luego en la línea ocho viene la respuesta del OCS dando su cuota al RG que solicito cuota. En la siguiente línea nueve se observa como el PGW vuelve a enviar la solicitud ahora para el RG 1000 de FB_Free y en la línea diez el OCS vuelve a contestar con la cuota para el RG 1000 de FB_Free.

Figura 36 Traza de petición de cuota PGW-OCS

7	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud
8	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> < > </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> Decodificado Detallado </div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px;"> Control - Credito - Multiple Servicios </div> <div style="padding: 5px;"> Codigo: Control - Credito - Multiples - Servicios (456) banderas: [M] tamano: 28 <input checked="" type="checkbox"/> AVPS Engrupados <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Grupo - Rating banderas: [M] tamano: 12 Unsigned32: 1000000000 </div> </div>				
9	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> < > </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> Decodificado Detallado </div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px;"> Control - Credito - Multiple Servicios </div> <div style="padding: 5px;"> Codigo: Control - Credito - Multiples - Servicios (456) banderas: [M] tamano: 28 <input checked="" type="checkbox"/> AVPS Engrupados <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Grupo - Rating banderas: [M] tamano: 12 Unsigned32: 1000 </div> </div>				
9	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> < > </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> Decodificado Detallado </div> <div style="padding: 5px;"> bandera: [M] tamano: 12 Unsigned64: 1000000000 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Tiempo -Mantenimiento de Cuota <input checked="" type="checkbox"/> Tiempo de Validacion <input checked="" type="checkbox"/> Unidades de Servicio Otorgadas Codigo: Unidad de Servicio Otorgado (431) banderas: [M] tamano: 28 <input checked="" type="checkbox"/> AVPS Engrupados <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> CC- Octetos - Totales Codigo: CC- Octetos - Totales (421) bandera: [] tamano: 14 Unsigned64: 31457290 </div> </div>				
9	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> < > </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black;"> Decodificado Detallado </div> <div style="padding: 5px;"> bandera: [M] tamano: 12 Unsigned64: 1000 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Tiempo -Mantenimiento de Cuota <input checked="" type="checkbox"/> Tiempo de Validacion <input checked="" type="checkbox"/> Unidades de Servicio Otorgadas Codigo: Unidad de Servicio Otorgado (431) banderas: [M] tamano: 28 <input checked="" type="checkbox"/> AVPS Engrupados <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> CC- Octetos - Totales Codigo: CC- Octetos - Totales (421) bandera: [] tamano: 14 Unsigned64: 31457290 </div> </div>				

Luego se observa cómo se asignan las cuotas obsequiadas por el Sistema de cobros al PGW. Cada banco asigna su debida cuota a cada RG. Se inicia la navegación nuevamente con FB porque ese es la aplicación que estamos probando que tenga su cobro apropiado al momento de añadir un nuevo paquete. Se navega un poco con FB únicamente para ver que será el resultado, y se observa que el uso ocurre en el banco de FB_Free. Hasta el momento vamos por el camino deseado.

Figura 37 Banco de FB_Free hace el cobro

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	125.741149	0.000000	95.741149	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	170.000000	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Suscriptor		5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR		
			Credito	Debito	Credito	Debito	
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	125.741149	0.000000	94.007967	0.000000	
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	146.067305	0.000000	
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Se observa que el banco de Data Std utilizo una pequeña cantidad de datos de su banco, hay que tomar en cuenta que el móvil, al estar encendido hace actualizaciones de fondo o aplicaciones de fondo que están corriendo sin nosotros tenerlos en cuenta. Por lo tanto, se observa este pequeño cobro que se dedujo de dicho banco. También se observa que de este consumo la clave de monitoreo envió una actualización al PCRF con el monto de uso de datos. La siguiente imagen de trazado muestra la comunicación entre el PGW y el RCP el cual es el que contiene el PCRF y utiliza la clave 1000 como identificador de monitoreo, luego en la line 24 ya se observa la clave de Datos Std haciendo su reporte.

Figura 38 Clave de monitoreo

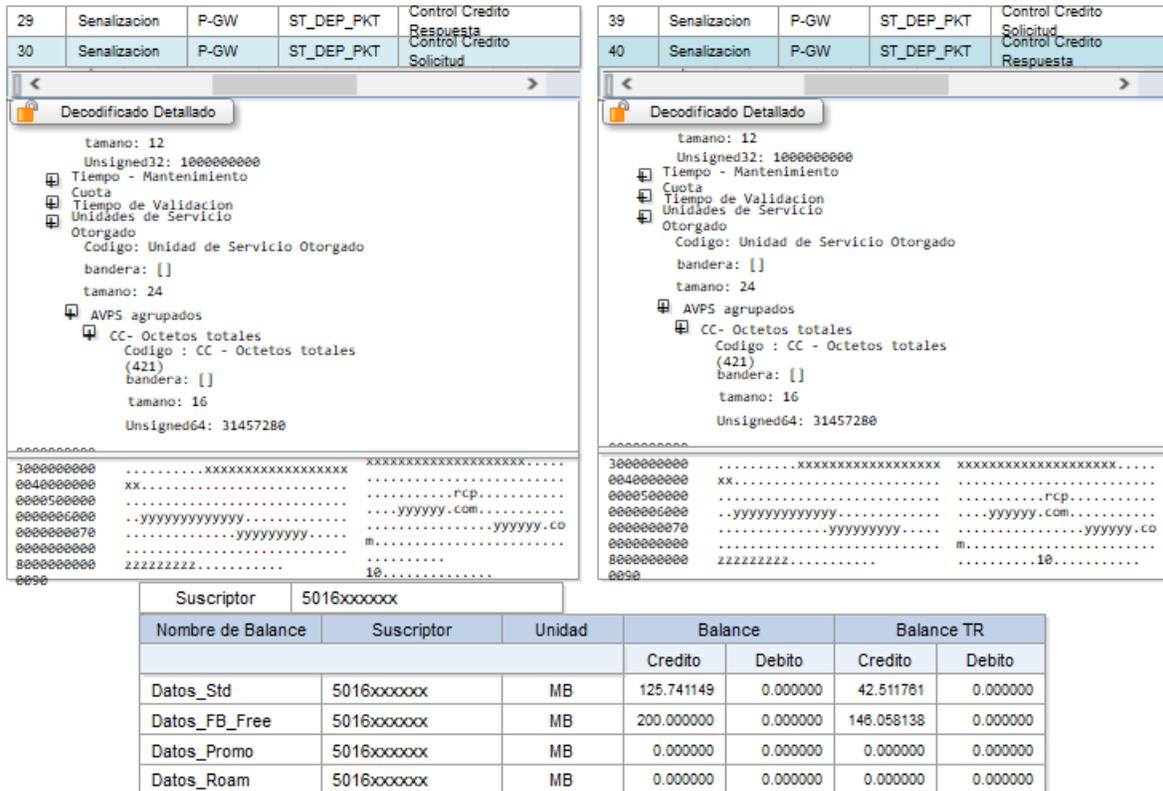
18	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta
19	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud

23	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud
24	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta

Ahora se empieza a navegar con la aplicación de YouTube para consumir del banco de Datos Std, y la siguiente traza muestra como el RG de Datos Std ha solicitado más cuota

al OCS, en la línea 29 se puede observar la solicitud por medio del CCR y en la línea 30 la respuesta del OCS en CCA volvió con la cuota asignada al PGW para que pueda seguir navegando con YouTube. En la línea 40 se observa nuevamente como el banco de Datos Std ha vuelto a responderle al PGW con otra cuota para que este pueda seguir navegando.

Figura 39 Consumo de Datos Std



En la figura 39 también se puede observar que el uso de datos se reporta al RCP mientras se consume, y el banco de FB_Free sigue intacto pues si bien recordamos estamos consumiendo datos con YouTube. Al momento de iniciar la navegación con FB este debe consumir de su respectivo banco. En este punto se deja de navegar en Youtube y se inicia la navegación con FB. El resultado esperado es que el consumo ahora empiece a hacerse en el banco de FB_Free y no en el de Datos Std. En la figura anterior se observó que el consumo se reportó para el uso de Datos Std en la línea 42 del trazado. En la línea 44 se inició la navegación con FB y el RG fue enviado al OCS para solicitar saldo y el OCS respondió con cuota según el banco de FB_Free y en la línea 50 se envía el reporte al PCRF.

Figura 40 Cuota y reporte al PCRF de FB

Figura 41 Se añade más Datos Std

Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	125.741149	0.000000	17.221445	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	134.872505	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

<input checked="" type="radio"/> IMS/MSISDN (ej. Usuario WCDMA) IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/>	<input type="radio"/> PCCP/PCCPU (ej. Usuario WiMax/ IMS) MSISDN <input type="text" value="50106xxxxxx"/>	<input type="radio"/> Grupo
<input type="button" value="Buscar"/>		

<input checked="" type="radio"/> Usuario SPR (IMSI-7026x5010x) <input type="checkbox"/> PAQ(FB_Free) <input type="checkbox"/> PAQ(Datos_Std)	Propiedades Basicas de Usuario SPR IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/> MSISDN <input type="text" value="50106xxxxxx"/> Propiedades Basicas Propiedades Extendidas Uso Descuento Uso de Rollover
--	---

Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	288.541180	0.000000	177.775338	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	134.885680	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Se continúa consumiendo los datos navegando diferentes páginas web y diferentes aplicaciones para observar el consumo y también navegando FB y como se observa en la siguiente imagen se registra el consumo de FB en el banco de FB y el consumo de la navegación de otras páginas en el banco de Datos Std.

Figura 42 Consumo de bancos

Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	288.541150	0.000000	170.044582	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	132.883356	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	288.541150	0.000000	160.800000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	200.000000	0.000000	132.711059	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Se navegan diferentes aplicaciones hasta agotar el Banco de Datos Std, dejando balance en el banco de FB_Free, en este escenario se debe negar el acceso a internet a cualquier otra aplicación que no sea FB. Al momento que se agotan los datos del banco de Datos Std, como lo muestra la imagen siguiente, se observa que este banco ha llegado a cero por lo tanto toda navegación debe de para y únicamente lo que tendrá acceso a internet es la aplicación de FB, porque es el único banco que tiene saldo.

Figura 43 Banco Datos Std agotado

Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	180.788330	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	182.684864	0.000000	34.688417	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Servicio EPC	Servicio GPRS	Modificar/Buscar Usuario SPR			Añadir Información de Uso	
<input checked="" type="radio"/> IMS/MSISDN (ej. Usuario WCDMA)		<input type="radio"/> PCCP/PCCPU (ej. Usuario WiMax/IMS)		<input type="radio"/> Grupo		
IMSI	7026x5010xxxxxx	MSISDN	50106xxxxx	<input type="button" value="Buscar"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Usuario SPR (IMSI-7026x5010x)		Propiedades Basicas de Usuario SPR				
<input checked="" type="checkbox"/> PAQ(FB_Free)		IMSI		7026x5010xxxxxx		MSISDN
<input checked="" type="checkbox"/> PAQ(Datos_Std)						50106xxxxx
		Propiedades Basicas		Propiedades Extendidas		Uso Descuento
						Uso de Rollover
235	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta		
236	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta		
237	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud		
<input checked="" type="checkbox"/> Decodificado Detallado						
Unsigned32:1000000000						
<input type="checkbox"/> Indicador Unidad Final						

En la imagen anterior se observó como el banco de Datos Std se agotó y solo el banco de FB_Free tenía saldo; este saldo únicamente permitirá navegar en FB_Free, se navega FB hasta agotar dicho banco como lo muestra la imagen siguiente.

Figura 44 Todos los bancos en Cero

Suscriptor	5016xxxxxx					
Nombre de Balance	Suscriptor	Unidad	Balance		Balance TR	
			Credito	Debito	Credito	Debito
Datos_Std	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	42.488783	0.000000	34.888417	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

420	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Respuesta
421	Senalizacion	P-GW	ST_DEP_PKT	Control Credito Solicitud

Decodificado Detallado

Unsigned32:1000

Indicador Unidad Final
Codigo: Indicador de Unidad Final (430)

Datos_Std	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_FB_Free	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Promo	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Datos_Roam	5016xxxxxx	MB	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Servicio EPC	Servicio GPRS	Modificar/Buscar Usuario SPR	Añadir Informacion de Uso
<input checked="" type="radio"/> IMS/MSISDN (ej. Usuario WCDMA)	<input type="radio"/> PCCP/PCCPU (ej. Usuario WiMax/IMS)	<input type="radio"/> Grupo	
IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/>	MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/>	<input type="button" value="Buscar"/>	
Usuario SPR (IMSI-7026x5010x)	Propiedades Basicas de Usuario SPR		
<input type="button" value="Hostname PCRF"/>	IMSI <input type="text" value="7026x5010xxxxxx"/>	MSISDN <input type="text" value="50106xxxxx"/>	
	<input type="button" value="Propiedades Basicas"/>	<input type="button" value="Propiedades Extendidas"/>	<input type="button" value="Uso Descuento"/> <input type="button" value="Uso de Rollover"/>

La sección inferior de la misma imagen anterior muestra como ya no existe ningún paquete en el SPR y por lo tanto ya no hay acceso a Internet de ninguna forma para este usuario. Sus datos móviles se han agotado por lo cual para poder acceder al Internet debe hacer una nueva recarga.

6.5 Resultados de las pruebas

Después de hacer pruebas con diferentes escenarios como se expone en la sección 6.4 se puede observar cuales son los resultados y el comportamiento del paquete de FB en diferentes escenarios. Teniendo en consideración que este paquete de FB no debe alterar de ningún modo el acceso a Internet por el cliente, si es que el cliente tiene Datos o balance en su cuenta. Uno de los resultados esperados es que, si existen unidades de datos en el banco de Datos Std o Datos Promo, y el de FB también tiene, el usuario debe navegar de

una manera transparente sin preocuparse de qué banco está utilizando y sin tener el miedo de que pueda perder su conexión. Eso quiere decir que el usuario está consciente que tiene datos para FB porque él es informado por medio de un mensaje sms que tiene balance en su banco de FB. El usuario está consciente que si usa la aplicación de FB está consumiendo datos para FB y no de su banco de datos Std. Esto se puede tomar como que el usuario confía en que el proveedor está cobrando del banco de FB. Al momento de que este banco de FB se termina es decir llega a cero el balance, el usuario debe seguir navegando y usando FB sin ningún problema. Este escenario se probó cuando FB tenía únicamente 40MB de datos de balance y también tenía Datos Std. Que debía pasar aquí, pues se espera que, al término de los 40MB de datos de FB, el usuario sigue navegando en FB sin interrupción alguna. Porque el PGW al momento de enviar la solicitud de CCR para el RG 1000 de FB y recibe la respuesta CCA con 0, sabe que ya no hay datos para este RG y lo que hace el sistema de aprovisionamiento es que se encarga de remover el paquete del SPR. Entonces el PGW recibe del PCRF reglas únicamente para el RG de Datos Std y ahora cualquier navegación o solicitud que llegue al PGW, este solicita cuota para el RG 1000000000 el cual todavía tiene saldo. Entonces el OCS responde con cuota y el usuario sigue navegando ya sea con FB o con cualquier otra aplicación sin tener que interrumpir su conexión a internet.

Luego de haber usado el banco de Datos Std por cierto tiempo, y teniendo aun saldo en este banco, se añade otro paquete de FB para observar su reacción. El sistema de aprovisionamiento envía los comandos para añadir un nuevo paquete de FB en el SPR actualiza el perfil del usuario y le envía la información al PCRF. El PCRF entonces le envía un mensaje de autenticación al PGW informándole que ya tiene otro paquete y más reglas que debe implementar. Entonces el PGW envía otra solicitud de CCR al OCS enviando el RG nuevo de FB para que el OCS le envíe cuota. Este verifica los bancos y ve que ahora ya tiene saldo entonces le devuelve el CCA al PGW con RG 1000 con cuota para que FB empiece a consumir de su banco nuevamente y no del banco de Datos Std. Al momento de que todo esto se comprueba que si el RG de FB fue enviado al OCS y la cuota fue desembolsada por el banco correcto que es FB, se puede decir que se ha obtenido el resultado esperado. Al momento de observar el comportamiento que es como se diseñó el paquete, y se comporta como y cuando debe, positivamente, se puede decir que el resultado es exitoso.

Hay que recordar que el diseño del paquete requiere condiciones de cómo debe comportarse, cuando debe cobrar y de que banco debe cobrar. Si todo esto se prueba exitosamente se puede decir que el paquete está listo para ser lanzado comercialmente.

Capítulo 7

Conclusiones

En el capítulo anterior de este trabajo se plantea la creación y configuración básica del paquete, las pruebas del paquete, la interacción con otro paquete, y los cobros según el banco disponible. La creación y configuración del paquete requiere de un análisis a fondo para entender bien el papel que debe jugar el paquete después de ser creado. Esto quiere decir que hay que tener bien claro como este paquete debe funcionar para poder crear reglas y pólizas que rigen el comportamiento de este paquete de datos. Reglas que permitan acceder a Internet, pero con sus restricciones y privilegios según su misión. Un paquete como este de FB_Free que se utilizará para promociones para incentivar a los usuarios de la red a consumir más datos móviles para poder ser acreedores de estas promociones de FB_Free, y así poder tener más datos disponibles para poder usar en las redes sociales en este caso FB.

También se debe tener muy bien claro cuál sería la regla que gobierne a este paquete. Teniendo en cuenta que este paquete únicamente puede dar acceso a FB, se debe considerar que los usuarios de red no querrán estar limitados a una aplicación, sino que también querrán tener acceso a cualquier cosa en internet cuando sea necesario. El tener este paquete de FB_Free a un precio más cómodo permite que los usuarios pueden usar las redes sociales en específico FB a menor costo y el cobro no sea directamente del su banco de datos normales. Esta característica del paquete FB permite a usuarios que consumen considerable cantidad de datos móviles en redes sociales, a querer comprar este tipo de paquete ya que conseguirán más volumen para usar en la aplicación a menor costo. Por otra parte, el proveedor de servicios puede tener mejor gestionamiento del consumo de datos, puede tener estadísticas más claras de los usuarios que consumen más datos en redes sociales, y quienes son estos usuarios.

Con el enfoque en usuarios, este paquete también se puede implementar para promociones con otros paquetes como es el de Datos Std, por ejemplo, si compras cierta cantidad se te da un regalo de un paquete de FB-Free. O alguna otra promoción que puede incentivar a los usuarios de red a querer consumir más. Otro punto importante es que al término de la

creación, configuración y pruebas del paquete de FB; pruebas aun con la interacción con otro paquete, se puede decir que ya está fundada la base para la implementación de otros paquetes similares a este de FB. El trabajo aquí ya está hecho, el análisis, el comportamiento todo está ya incluido para la elaboración e implementación de otros paquetes similares, pero para diferentes aplicaciones. Esto viene a poner al proveedor de datos móviles en una posición adelante con sus consumidores, ya que ahora tiene la flexibilidad de crear diferentes promociones para sus clientes. En una era de innovación las proveedoras de servicios de datos móviles tienen la responsabilidad de tener a sus usuarios capturados con servicios nuevos y atractivos para poder ganar nuevos clientes como también para poder mantener los clientes que ya tiene.

Referencias

- [1] Magnus Olsson, Shabnam Sultana, Stefan Rommer, Lars Frid and Catherine Mulligan, SAE and the Evolved Packet Core: Driving the Mobile Broadband Revolution, Academic Press, 2009.
- [2] Magnus Olsson, Shabnam Sultana, Stefan Rommer, Lars Frid and Catherine Mulligan, EPC and 4G Packet Networks: Driving the Mobile Broadband Revolution, Academic Press, 2013.
- [3] Sou, S. I. & Lin, C. S., SPR proxy mechanism for 3GPP Policy and Charging Control System, Computer Networks, 55(17) (2011), 3847–3862. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2011.07.025>
- [4] Bujlow, T., Carela-Español, V. & Barlet-Ros, P., Independent comparison of popular DPI tools for traffic classification, Computer Networks, 76, (2015) 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.11.001>
- [5] N. Katanekwa, N. Ventura, D. Vingarzan, M. Corici and T. Magedanz, Enhanced gateway selection for optimal routing in a distributed Evolved Packet Core (EPC) network, 10th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, Krabi, 2013, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ECTIcon.2013.6559549>
- [6] Dongwoon Bai, Cheolhee Park, Jungwon Lee, Hoang Nguyen, Jaspreet Singh, Ankit Gupta, Zhouyue Pi, Taeyoon Kim, Chaiman Lim, Min-Goo Kim, Inyup Kang, LTE-Advanced Modem Design: Challenges and Perspectives, IEEE Communications Magazine, 50 (2) (2012), 178-186. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2012.6146497>
- [7] Prakash Bhat, Satoshi Nagata, Luis Campoy, Ignacio Berberana, Thomas Derham, Guangyi Liu, Xiaodong Shen, Pingping Zong, Jin Yang, LTE-Advanced: An Operator Perspective, IEEE Communications Magazine, 50 (2) (2012), 104-114. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2012.6146489>
- [8] H. Huang, T. Su, J. Liang and Y. Tseng, A dynamic reservation scheme in online charging system for Family Shared Plan, IEEE Wireless Communications and Networking

Conference (WCNC), New Orleans, LA, 2015, pp. 2279-2284.
<https://doi.org/10.1109/WCNC.2015.7127822>

[9] Relaying Operation in 3GPP LTE: Challenges and Solutions, Christian Hoymann, Wanshi Chen, Juan Montojo, Alexander Golitschek, Chrysostomos Koutsimanis, Xiaodong Shen, IEEE Communications Magazine, 50 (2) (2012), 156-162.
<https://doi.org/10.1109/MCOM.2012.6146495>

[10] Sassan Ahmadi, LTE-Advanced A Practical Systems Approach to Understanding 3GPP LTE Releases 10 and 11

[11] ITU-T, "H.323: Packet-based multimedia communication systems", Telecommunication Standardization Sector, Geneva, Switzerland, 2009.

Shigeru Kashihara, Volp Technologies, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, 2011.

[12] Julio Gómez López, Francisco Gil Montoya, VoIP y Asterisk redescubriendo la telefonía, Editorial RA-MA Madrid, España, 2008.

[13] Jonathan Davidson, James Peters, Voice over IP Fundamentals, Cisco Press, 201 West 103rd Street, Indianapolis, IN 46290 USA, 2000.

[14] Bates, Gallon, Bocci, Walker, Taylor, Converged Multimedia Networks, John Wiley & Sons, Ltd, 2006.

[15] Recomendación I.120, Redes Digitales de Servicios Integrados, 1993.

[16] John Fox, Karen Loutsch, and Michelle O'Brien, ISDN: Linking the Information Highway to the Classroom, 1993.

[17] José Manuel Huidobro Moya y David Roldán Martínez, Tecnología VoIP y telefonía IP, Creaciones Copyright, S. L., España, 2006.

[18] Michael A. Gallo y William M. Hancock, Comunicación entre computadoras y tecnologías de redes, 2002.

- [19] Scott Keagy, Integración de redes de voz y datos, Cisco Press, 2001
- [20] Allan Sulkin, PBX Systems for IP telephony, Migrating Enterprise Communication, McGraw-Hill TELECOM, 2003.
- [21] HomeroToral Cruz, QoS Parameters Modeling of Self-similar VoIP Traffic and an to the E-Model, Tesis de doctorado, 2010
- [22] J. Willamowius, "OpenH323 Gatekeeper: The GNU Gatekeeper," <http://www.gnugk.org/>, 2009.
- [23] Shigeru Kashihara, Volp Technologies, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, 2011.
- [24] Colin Perkins, RTP: Audio and video for the Internet, Publisher Addison Wesley, 2003.
- [25] G. Combs, Wireshark: A Network Protocol Analyzer, <http://www.wireshark.org/>, 2010.
- [26] ITU-T, "G.107: The E-Model, a computational model for use in transmission planning," Telecommunication Standardization Sector, Geneva, Switzerland, 2009.
- [27] http://www.cse.unt.edu/~rdantu/FALL_2013_WIRELESS_NETWORKS/LTE_Alcatel_White_Paper.pdf
- [28] S. Sesia, I. Toufik, M. Baker (eds), LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice, Wiley, 2009
<https://pdfs.semanticscholar.org/df0d/45fb16e69c79593b2d7f5394686470774f24.pdf>
- [29] S. Sesia. I. Toufik, M. Baker, LTE – The UMTS Long Term Evolution: A Pocket Dictionary of Acronyms, Wiley, 2009, www.wiley.com/go/sesia_theumts.
- [30] 3GPP Technical Specification 24.301, Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3 (Release 8), www.3gpp.org.

[31] https://en.wikipedia.org/wiki/Policy_and_charging_rules_function

[32] <https://www.simplilearn.com/real-impact-social-media-article>

[33] 3GPP. TS 23.203: Policy and charging control architecture, V15.5.0, October 2019.
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23203.htm>