



Red de Centros de Excelencia de la UIT para la Región de las Américas

Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel)

Curso en línea

Tecnología celular 4G - LTE

INFORMACIÓN GENERAL DEL CURSO

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Título	Tecnología celular 4G - LTE
Objetivo	Comprender la tecnología LTE / SAE de la cuarta generación de telefonía móvil 4G, a través de las diferentes técnicas empleadas en cada etapa del sistema, de las características y funciones de los equipos que componen la red y su consiguiente arquitectura e infraestructura.
Duración	55 horas (11 semanas)
Costo de formación	USD 200
Código del curso	21OI26454AMS-S

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

En el escenario actual de las telecomunicaciones, el crecimiento acelerado de las comunicaciones móviles es visible. Están surgiendo diversas tecnologías para satisfacer la demanda de los usuarios de servicios móviles con velocidades de transmisión de datos cada vez mayores. Este es el caso de la tecnología LTE (*Long Term Evolution*), que ha sido adoptada como el próximo estándar para la telefonía móvil por la mayoría de los operadores celulares del mundo. Es una evolución de las redes 3G existentes y se presenta como una de las tecnologías más prometedoras para satisfacer la creciente demanda del mercado de consumo. El programa atenderá al público que busca comprender la tecnología LTE / SAE para la red de telefonía móvil 4G, a través de las técnicas empleadas en cada etapa del sistema, características y funciones de los equipos que componen la red, arquitectura e infraestructura de red.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Comprender la evolución de las redes celulares;
- Comprender la evolución de los servicios móviles;
- Comprender los beneficios de la evolución;
- Conocer el núcleo de la red y sus paquetes definidos por el 3GPP;
- Describir los protocolos y la funcionalidad del núcleo de la red 3GPP;
- Conocer las formas de transporte de señales de control en redes IP;
- Conocer los principios de LTE / SAE;
- Comprender los principios básicos de OFDMA / MIMO;
- Conocer las principales características de la red de acceso (LTE) y el núcleo de la red (SAE).

A QUIÉN VA DIRIGIDO

Este curso está destinado a técnicos o ingenieros que se desempeñen en el campo de la telefonía móvil tales como: organismos reguladores, operadores o compañías, fabricantes y proveedores de equipos móviles.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

El participante ya debe tener conocimientos de redes GSM / GPRS / EDGE y WCDMA / HSPA, así como conocimientos básicos de redes IP.

TUTORES / INSTRUCTORES

Nombre del Tutor / Instructor	Información de Contacto
Poliane Aires Teixeira	polianeaires@inatel.br
Poliane Aires Teixeira tiene un doctorado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Itajubá. Tiene una Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones de Inatel. Es Ingeniera de Telecomunicación por Inatel y Técnica de Telecomunicación por la Escuela Técnica de Electrónica "Francisco Moreira da Costa". Actualmente trabaja como especialista en sistemas en el Instituto Nacional de Telecomunicaciones - Inatel Competence Center. Ofrece cursos dirigidos a comunicaciones móviles.	

CONTENIDO DEL CURSO

Módulo 1: Introducción a las Redes Móviles 3GPP

Vídeo 1 – Bienvenidos

Capítulo 1 – Introducción

Capítulo 2 - Primera Generación de Redes Móviles

Capítulo 3 - Segunda Generación de Redes Móviles

3.1 Segunda generación y media de redes móviles

3.2 Generación 2,75 de redes móviles

Capítulo 4 - Tercera Generación de Redes Móviles

4.1 Tercera generación y media de redes móviles

4.2 Generación 3,9 de redes móviles

Capítulo 5 - Requerimientos para el sistema LTE

Capítulo 6 - Cuarta generación de redes móviles

Capítulo 7 - Arquitectura de Red

7.1 Red de acceso de radio

7.2 Núcleo de red

Capítulo 8 - Técnicas de Múltiple Acceso

Capítulo 9 - Técnicas de Duplexación

9.1 FDD

9.2 TDD

Capítulo 10 - Conclusión

Vídeo 2 - La primera generación y su esquema de acceso FDMA

Vídeo 3 - Mejoras de segunda generación y sus esquemas de acceso

Vídeo 4 - Una comparación entre AMPS, GSM y D-AMPS

Animación 1 - Conmutación de circuitos x Conmutación de paquetes

Vídeo 5 - Una evolución entre GSM y GPRS

Vídeo 6 - La evolución entre GPRS y EDGE

Vídeo 7 - La evolución de 2.5 a 3G

Vídeo 8 - La evolución de HSPA+ a LTE/ SAE

Vídeo 9 - Resúmenes de esquemas de acceso para sistemas móviles

Módulo 2: Arquitecturas LTE/SAE, IMS y PCC

Video 1 - Bienvenidos

Capítulo 1 - Introducción

Capítulo 2 - Elementos de Red LTE/SAE y sus Funciones

2.1 Equipamiento del usuario

Video 2 - El equipamiento del usuario

2.1.1 Identidades de UE

Animación - Identidades de UE

2.2 eNodeB

2.2.1 Identidades del eNodeB

Video 3 - El eNodeB

2.3 MME

Video 4 - El MME

2.4 S-GW

2.5 P-GW

Video 5 - El S-GW y P-GW

2.5.1 EPS *Bearer*

2.5.2 QoS

2.6 HSS

2.7 PCRF

Capítulo 3 - IMS

3.1 Elementos de servicios

3.2 Base de datos

3.3 Gerencia de sesión y enrutamiento

3.4 Elementos de interfuncionamiento o interconexión

Video 6 - El IMS

Capítulo 4 - PCC

Capítulo 5 - Conclusión

Módulo 3: Principios de Técnica OFDM. Capa Física de Sistema LTE/SAE. MIMO.

Video 1 - Bienvenidos

Capítulo 1 - Introducción

Capítulo 2 - Principios de Técnica OFDM

2.1 Motivación para el uso de OFDM

2.2 Principio de OFDM

2.3 Transmisión en portadora única

2.4 Principio de FDMA

2.5 Principio de transmisión en múltiples portadoras

2.6 Técnica de múltiple acceso: OFDMA

Video 2 - OFDMA

2.7 Técnica de múltiple acceso: SC-FDMA

2.7.1 Alineamiento Temporal

2.7.2 Control de Potencia

2.7.3 PAPR

Capítulo 3 - Capa Física

Video 3 - Una introducción a la capa física

3.1 Prefijo cíclico

Video 4 - El prefijo cíclico y el símbolo

3.2 Modo LTE FDD

Video 5 - Duplexación FDD

3.2.1 Rutas de Transmisión de DL

3.2.1.1 Símbolos de Referencia

Video 6 - Símbolo de referencia y cálculo de capa física

3.2.1.1.1 PCI

Video 7 - El PCI

- 3.2.2 Rutas de Transmisión de
 - 3.2.2.1 Símbolos de referencia
- 3.3 Modo LTE TDD
 - Video 8 - Duplexación TDD
- 3.4 Esquemas de modulación
 - Animación 1 – Modulación
- Capitulo 4 - Técnica de Transmisión y Recepción con Múltiples Antenas (MIMO)
 - 4.1 Diversidad espacial de transmisión
 - 4.2 Transmisión en múltiples antenas
- Capitulo 5 - Conclusión

Módulo 4: Protocolos e Interfaces en la Red de Acceso

- Video 1 - Bienvenidos
- Capitulo 1 - Introducción
- Capitulo 2 - Canales Físicos, de Transporte y Lógicos
 - 2.1 Canales físicos
 - 2.2 Canales de transporte
 - 2.3 Canales lógicos
 - 2.4 Mapeo de los canales
- Video 2 - Mapeo de canales
- Capitulo 3 - Protocolos de la Red de Acceso
 - 3.1 Planes de Control y de Usuario
 - Video 3 - Plan de control y plan de usuario
 - 3.2 Protocolo RRC
 - 3.2.1 Estados RRC del Terminal Móvil
 - Video 4 - RRC y sus estados
 - 3.2.2 System Informations
 - 3.3 Protocolo PDCP
 - Video 5 - El PDCP
 - 3.4 Protocolo RLC
 - 3.4.1 Segmentación y Concatenación de PDUs
 - 3.4.2 Modos de Operación RLC
 - 3.4.2.1 Modo TM
 - Video 6 - RLC y su modo de operación TM
 - 3.4.2.2 Modo UM
 - 3.4.2.3 Modo AM
 - Video 7 - El modo de operación AM
 - 3.5 Protocolo MAC
 - Video 8 - Una breve introducción al protocolo MAC
 - 3.5.1 MAC PDU
 - 3.5.2 Programación de Recursos DL
 - Video 9 - Programación de recursos DL
 - 3.5.3 Programación de Recursos en UL
 - 3.5.4 H-ARQ y Codificación de Canal
- Capitulo 4 - Interfaces de Red de Acceso
 - 4.1 Interfaz Uu
 - Video 10 - Interfaz Uu
 - 4.2 Interfaz X2
 - Video 11 - Interfaz X2
- Capitulo 5 - Conclusión

Módulo 5: Protocolos e Interfaces en el Núcleo de Red de Sistema LTE/SAE

- Vídeo 1 - Bienvenidos
- Capitulo 1 - Introducción
- Capitulo 2 - Protocolos Aplicados en el Núcleo de Red

- Video 2 - Protocolos de red Core
 - 2.1 Conceptos del Protocolo S1-AP
 - Video 3 - Protocolo S1 – AP
 - 2.2 Conceptos del Protocolo GTP
 - Video 4 - Protocolo GTP
 - 2.3 Conceptos del Protocolo UDP
 - 2.4 Conceptos del Protocolo TCP
 - 2.4.1 Procedimiento *Three-way Handshake*
 - 2.5 Conceptos do Protocolo Diameter para las interfaces de EPC
 - 2.6 Conceptos del Protocolo SCTP
- Capitulo 3 - Interfaces de la Red Core
- Video 5 - Presentación de las interfaces de la red Core
 - 3.1 Interface S1
 - Video 6 - Interfaz S1
 - 3.1.1 Interfaz S1-MME
 - 3.1.2 Interfaz S1-U
 - 3.2 Interfaz S3
 - 3.3 Interfaz S4
 - 3.4 Interfaces S5 y S8
 - Video 7 - Interfaces S5 y S8
 - 3.5 Interfaz S6a y S6d
 - 3.6 Interfaz S10
 - 3.7 Interfaz S11
 - 3.8 Interfaz S12
 - 3.9 Interfaces Gx y Gxc
 - 3.10 Interfaz SGi
- Capitulo 4 - Conclusión

Módulo 6: Principales Procedimientos. Bearers. Features para el Release 10

- Video 1 - Bienvenidos
- Capitulo 1 - Introducción
- Capitulo 2 - Procedimiento
 - 2.1 Cell Selection y Re-Selection
 - 2.1.1 Criterio de Selección
 - Video 2 - El procedimiento *Cell Selection* y *Cell-Reselection*
 - Video 3 - Procedimiento reselcción intra-frequency
 - 2.2 *Attach*
 - Video 4 - El procedimiento *Attach*
 - 2.3 *Detach*
 - 2.4 *Random Access*
 - Video 5 - Acceso Randómico
 - 2.5 *Handover*
 - 2.5.1 *Handover Intra-LTE*
 - Video 6 - El *handover Intra LTE*
 - 2.5.2 *Handover Inter-LTE*
 - 2.5.3 *Handover X2*
 - 2.5.4 *Handover S1*
 - Video 7 - *Handover S1*
 - 2.6 *Roaming*
 - 2.7 *Tracking Area Update*
 - Video 8 - *Tracking Area* y su procedimiento
 - 2.8 *Paging*
 - 2.9 Control de Potencia
 - 2.10 *Circuit Switch Fall Back*
 - 2.11 *Single Radio Voice Call Continuity*
- Capitulo 3 - EPS *Bearers*
- Capitulo 4 - Introducción al LTE *Advanced*

- 4.1 IMT-Advanced
- 4.2 Carrier Aggregation
- 4.3 Mejoras de Uplink
- 4.4 Mejoras de Downlink
- 4.5 Relaying
- 4.6 Red Heterogénea (HetNet)
- 4.7 Coordinated Multi-Point Transmission and Reception (CoMP)

Capítulo 5 - Conclusión

CRONOGRAMA DEL CURSO

Semana / Sesión	Tema	Ejercicios e interacciones
Semanas 1 y 2	Módulo 1: Introducción a las Redes Móviles 3GPP	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Sesión de videoconferencia (Zoom de la ITU); • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Cuestionario 3; • Cuestionario 4; • Cuestionario de Evaluación.
Semana 3	Módulo 2: Arquitecturas LTE/SAE, IMS y PCC	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Cuestionario 3; • Cuestionario de Evaluación.
Semanas 4 y 5	Módulo 3: Principios de Técnica OFDM. Capa Física de Sistema LTE/SAE. MIMO	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Sesión de videoconferencia (Zoom de la ITU); • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Palabras Cruzadas; • Cuestionario de Evaluación.
Semanas 6 y 7	Módulo 4: Protocolos e Interfaces en la Red de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Sesión de videoconferencia (Zoom de la ITU); • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Cuestionario 3; • Cuestionario de Evaluación.
Semanas 8 y 9	Módulo 5: Protocolos e Interfaces en el Núcleo de Red de Sistema LTE/SAE	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Sesión de videoconferencia (Zoom de la ITU); • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Cuestionario de Evaluación.
Semanas 10 y 11	Módulo 6: Principales Procedimientos. Bearers. Features para el Release 10	<ul style="list-style-type: none"> • Foro permanente de dudas; • Sesión de videoconferencia (Zoom de la ITU); • Cuestionario 1; • Cuestionario 2; • Cuestionario 3; • Cuestionario de Evaluación.

METODOLOGIA

El curso es completamente en línea (*online*) con autoaprendizaje y tutoría. Esta metodología garantizará la flexibilidad de tiempo necesaria para que cada participante pueda organizarse de la manera que más le convenga y contar con el apoyo del tutor a través del foro en cualquier momento o mediante las sesiones de videoconferencia programadas. La estrategia metodológica utilizada para el desarrollo del curso propone al participante una diversidad de actividades, para las cuales estarán disponibles textos y videos producidos exclusivamente para la metodología en línea, evaluaciones *online*, todos ellos realizados por especialistas en el área de las telecomunicaciones.

EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

El peso evaluativo de cada prueba del curso:

- Módulo 1: 5%;
- Módulo 2: 10%;
- Módulo 3: 25%;
- Módulo 4: 25%;
- Módulo 5: 20%
- Módulo 6: 15%.

El certificado se emite al cumplir al menos 60 puntos en total del curso.

COORDINACION DEL CURSO

Coordinación Académica	Coordinador UIT
Coordinación Académica André Luis da Rocha Abbade INATEL abbade@inatel.br	Coordinador UIT Rodrigo Robles Oficina Regional de la UIT para las Américas rodrigo.robles@itu.int

REGISTRO Y PAGO

Creación de la cuenta en ITU Academy

El proceso de inscripción y el pago deben ser realizados en línea a través del [Portal ITU Academy](#). Para registrarse en el curso es **NECESARIO**, primero, [crear una cuenta en la plataforma](#).

Inscripción en el curso

Una vez creada la cuenta nueva, ya se puede realizar la inscripción para el curso en línea en el siguiente enlace: <https://academy.itu.int/index.php/training-courses/full-catalogue/tecnologia-celular-4g-lte-1>

También es posible registrarse en el curso deseado por medio de nuestro [catálogo de cursos](#):

Inscripción en el curso

1. Pago en línea

Se aplica una tarifa de formación de **USD 200.00** por participante para este curso. El pago debe ser realizado a través del sistema en línea utilizando el enlace mencionado anteriormente para la inscripción en: <https://academy.itu.int/index.php/training-courses/full-catalogue/tecnologia-celular-4g-lte-1>

2. Transferencia bancaria internacional

Cuando no sea posible realizar el pago a través del sistema en línea, es posible seleccionar la opción de *offline payment* para generar una factura a través del mismo enlace del curso. Descargue la factura para realizar una transferencia bancaria a la cuenta de la UIT que se indica a continuación, y remita el comprobante de la transferencia y la copia de la factura a hcbmail@itu.int, con copia para el Coordinador de Curso en UIT. **Todas las tarifas sobre transacciones bancarias deben ser sufragadas por el participante.**

En el caso de que los documentos referentes al pago no sean enviados, la inscripción en el curso no será confirmada.

3. Pago en grupo

Si desea pagar por más de un participante mediante transferencia bancaria y necesita una factura para todos ellos, cree una cuenta como **Contacto institucional**. Los contactos institucionales son usuarios que representan una organización. Cualquier estudiante puede solicitar ser un contacto institucional o pertenecer a cualquier organización existente.

Para hacer esto, diríjase a su página de perfil haciendo clic en el botón "**Mi cuenta**" en el menú del usuario. Al final de esta página debería ver dos botones:

- a. Si desea **convertirse en un contacto institucional**, haga clic en el botón "**Solicitar ser un contacto institucional**". Esto lo redirigirá a un pequeño formulario que le pedirá el nombre de la organización. Después de completar el nombre de la organización que desea representar, haga clic en "**continuar**" y se creará una solicitud. Un administrador de la Academia de la UIT revisará manualmente esta solicitud y la aceptará o denegará en consecuencia.
- b. Si desea **pertenecer a una organización existente**, haga clic en el botón "**Solicitar pertenecer a un contacto institucional**". Esto lo redireccionará a un pequeño formulario que le pedirá que seleccione la organización a la que desea unirse de una lista de organizaciones. Después de seleccionar la organización correcta, haga clic en "**continuar**", se creará una solicitud. El contacto institucional que representa a esa organización aceptará o denegará manualmente su solicitud para unirse a la organización.

ITU BANK ACCOUNT DETAILS:

Name and Address of Bank:	UBS Switzerland AG Case postale 2600 CH 1211 Geneva 2 Switzerland
Beneficiary:	Union Internationale des Télécommunications
Account number:	240-C8108252.2 (USD)
Swift:	UBSWCHZH80A
IBAN	CH54 0024 0240 C810 8252 2
Amount:	USD 200.00
Payment Reference:	CoE-AMS 26454 - P.40591.1.05

4. Otros métodos de pago

En caso de que las regulaciones nacionales restrinjan la posibilidad de completar el pago mediante las opciones informadas, le solicitamos contactar al Coordinador de la UIT para mayor asistencia.