



Plan 95 Adecuado

ASIGNATURA:	VOZ SOBRE IP	CODIGO:	95-0476
DEPARTAMENTO:	ELECTRÓNICA	CLASE:	ELECTIVA DE LA ESPECIALIDAD
ÁREA:	COMUNICACIONES	HORAS SEM.:	4 HS.
		HORAS / AÑO:	64 HS.

Fundamentación:

Frente a la permanente y acelerada evolución de la Voz sobre IP se torna fundamental contar con una materia para satisfacer las necesidades de conocimientos del futuro profesional.

Las Redes Convergentes, y en especial las Redes de Voz sobre IP, ya sean en los aspectos de Provisión de Servicios, como en los aspectos de Fabricación, Operación, Mantenimiento y Comercialización, constituyen un mercado laboral muy atrayente para los profesionales de Ingeniería Electrónica. Esta materia, entonces, permite que el futuro profesional pueda insertarse en este mercado laboral con una sólida Base de Conocimientos.

Finalmente, los cambios estructurales permanentes que tienen estas Redes Convergentes también hacen necesario contar con una materia que, manteniendo los aspectos básicos, vaya incorporando dichos cambios para la formación de los profesionales, permitiendo al estudiante contar con conocimientos adecuados sobre la temática.

Objetivos:

Proveer a los estudiantes los conceptos básicos asociados con las comunicaciones de Voz.

Que los estudiantes conozcan y las características de la transmisión de Voz sobre Redes de Conmutación de Paquetes, haciendo especial hincapié en la Red IP y en los Modelos H.323 y SIP, así como también conceptos asociados e indispensables, tales como la Calidad de Servicio, los problemas derivados del NAT, aspectos de Seguridad, entre otros.

Que los estudiantes entiendan y se familiaricen con la gran variedad de protocolos que intervienen en este tipo de comunicaciones.

Lograr la integración de los conocimientos aprendidos en materias afines de manera que los puedan aplicar en soluciones de ingeniería y diseño de Redes de Voz sobre IP.

Desarrollar en los estudiantes la competencia de Auto Aprendizaje sobre temas de Redes Convergentes, y en especial las Redes de Voz sobre IP para que ellos mismos puedan realizar el seguimiento de la continua evolución tecnológica de la especialidad.



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Que a través de la formación práctica de laboratorio los estudiantes estén en condiciones de implementar y configurar Redes de Voz sobre IP, así como también realizar y administrar proyectos, de acuerdo a las últimas novedades del estado del arte de esta tecnología

Programa sintético:

- Evolución de las Redes PSTN. Redes PSTN versus Redes de VoIP. Redes Convergentes.
- Análisis de distintos fenómenos que influyen en la Paquetización de la Voz.
- Recomendación H.323 y protocolos asociados.
- Protocolos RTP y RTCP.
- Modelo SIP y protocolos asociados.
- IP Multicast.
- Problemas derivados de NAT en SIP.
- Calidad de Servicio en Voz sobre IP.
- Seguridad en Voz sobre IP.
- Herramientas de Análisis de Fallas.

Programa analítico:

Unidad 1: Introducción

El Mercado. Redes PSTN versus Redes IP (Datos versus Voz). Convergencia. Motivación de la VoIP. Evoluciones de las Comunicaciones de VoIP. Aplicaciones y Beneficios.

Unidad 2: Aproximaciones a la Paquetización de la Voz

Componentes de una comunicación de voz. Supresión de silencios: VAD (Voice Activity Detection) y SID (Silence Insertion Description). Compresión. Tipos de Codecs. Rendimiento de Codecs. Codecs de Banda angosta. Codecs de Banda ancha. Codecs de Banda Super ancha. Codecs de Banda completa. Digitalización y Paquetización de la Voz. Composición del ancho de banda utilizado por una comunicación VoIP. Percepción de la calidad de la voz. Otros factores que influyen en la calidad de la Voz sobre IP: Delay. Distintos tipos de Delay. Jitter. Dejitter Buffer. Eco. Packet Loss.

Unidad 3: Recomendación H.323

Versiones de H.323. Componentes: Endpoints, Gateways, Gatekeepers, MCUs. Arquitectura del Sistema. Modalidades de conexión. Stack de Protocolos en H.323. H.225-RAS (Registration, Admission and Status). H.225/Q.931 (Señalización). H.245 (Intercambio de Capacidades). Fast Connect. Análisis de Capturas de Paquetes de una comunicación H.323.

Unidad 4: Protocolos RTP y RTCP

Protocolo RTP (Real Time Protocol). Análisis de la Cabecera. Perfiles de Audio y Video. Ubicación Espacial (Número de Secuencia) y Temporal (Timestamp). SSRC (Synchronization SouRCe) y CSRC (Contributing SouRCe). Análisis de Capturas de Paquetes Paquetes de RTP con distintos tipos de Codecs. Protocolo RTCP (Real Time Control Protocol). Análisis de la Cabecera. Mensajes RTCP (SR, RR, SDES, BYE y APP). Análisis de los Bloques de Reporte. Formato NTP (Network Time Protocol). Nombre Canónico. Análisis de Capturas de paquetes RTCP interactuando.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Unidad 5: SIP Session Initiation Protocol

Funciones Básicas del Modelo SIP. Protocolo SIP. SIP URI. Funcionamiento general del Protocolo SIP. Métodos Básicos (INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, OPTIONS, INFO) y Avanzados (SUBSCRIBE, NOTIFY, PUBLISH, UPDATE, REFER, MESSAGE). Análisis de la Cabecera del Método. Ejemplos. Respuestas. Tipos de Respuestas (Información, Éxito, Reorientación, Errores de Cliente, de Servidor y Globales). Ejemplos. Llamadas con y sin SIP Server. Comparaciones. Análisis de Flujos de llamadas. Campo CSEQ en una llamada sin SIP Server. Ejemplos de Evolución del campo VIA. Protocolo SDP (Session Description Protocol). Funciones del SDP. Campos del SDP obligatorios y opcionales. Ejemplos de Mensajes SDP. Registración en SIP. Ejemplos con SUBSCRIBE y NOTIFY. Ejemplos de retención de llamadas. Eventos telefónicos DTMF: In Band, SIP INFO y RFC 2833. FoIP (Fax over IP). Ejemplos. Análisis de Capturas de Mensajes SIP.

Unidad 6: IP Multicast

Introducción. Unicast versus Multicast. Ventajas y Desventajas de Multicast. Concepto de Grupo Multicast. Membresía. Direcciones Multicast. Mapeos de las Direcciones IP Multicast en Ethernet. Uso del TTL. Protocolo IGMP. Análisis de Paquetes IGMP.

Unidad 7: NAT en SIP

Tabla de NAT. Redireccionamiento de Puertos. El problema del SIP con NAT. Tipos de NAT: NAT Simétrico, NAT de Cono Amplio, NAT de Cono Restringido y NAT de Cono Restringido por Puerto. Ejemplos y formas de resolución de los Problemas. STUN Server (Session Traversal Utilities for NAT). TURN Server (Traversal Using Relay for NAT). ALG (Application Level Gateway). ICE (Interactive Connection Establishment). Symmetric Response Routing.

Unidad 8: Calidad de Servicio en Voz sobre IP.

Requerimientos de las Aplicaciones. Utilidad/Viabilidad de la Calidad de Servicio. IntServ (Integrated Services). DiffServ (Differentiated Services). Reserva versus Prioridad. 802.1q. 802.1ad. Clasificación de Paquetes y Técnicas de encolado. FIFO (First In First Out), FQ (Fair Queuing), PQ (Priority Queuing), WRR (Weighted Round Robin), WFQ (Weighted Fair Queuing). Colas Combinadas. Control de Congestión. Bit ECN en Campo DSCP de la Cabecera de IP. Campos CWR y ECE en la Cabecera de TCP. Tail Dropping, Aging, WRED (Weighted Random Early Detection) y Color Dropping. Ruteo en base a Políticas. MPLS.

Unidad 9: Seguridad en Voz sobre IP.

Tipos de Ataques (Capturadores de paquetes, Suplantadores de direcciones IP/DNS, Ataques de contraseñas, Hombre en el medio (Man-in-the-Middle), Denegación de servicio telefónico (Telephony Denial of Service o TDoS), Ataques a nivel de aplicación para explotar las vulnerabilidades (bugs), Caballos de Troya y Virus. Contramedidas. Pruebas de robustez de Contraseñas. Controles de Acceso. VLANs. Criptografía. Funciones HASH. Cifrado Simétrico y Asimétrico. Cifrado Híbrido. Firma Digital. PKI (Public Key Infrastructure). VPNs. TLS versus IPSec. SRTP (Secure RTP). SBC (Session Border Controller).

Unidad 10: Análisis de fallas en Voz sobre IP.

Analizadores de protocolos. Wireshark. SIP Workbench. Uso del Wireshark para la detección de fallas en VoIP: Filtros de la información presentada, seguimiento de flujos de datos, visualización de la secuencia de llamada, reproducción de streams RTP, utilización de la representación gráfica para evaluación de inconvenientes



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

aplicados a las capacidades del canal y la calidad de servicio, determinación de inconvenientes asociados al jitter y la pérdida de paquetes y exportación de capturas. Análisis espectral del audio de la llamada VoIP

Estrategias Metodológicas:

- Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

Para la actividad teórica se mantendrá el esquema clásico de la exposición oral por parte del profesor, compuesto de introducción (clarificación de puntos de la clase anterior, vinculación con los de la corriente clase, importancia de estos últimos, motivación de los estudiantes), desarrollo, y conclusión (resumen de los principales puntos vistos, temas pendientes para una próxima clase).

El desarrollo de las clases teóricas, además de la exposición, incluirá breves intervalos con discusiones dirigidas, las cuales se emplearán para arribar a conclusiones, analizar generalizaciones, casos particulares o excepciones a las reglas, criterios para seleccionar entre alternativas viables y, en general, para darle un breve tratamiento a un tema controvertido y para estimular el pensamiento reflexivo de los estudiantes.

Para la actividad práctica se preparan Series de Ejercicios de Análisis de Capturas y Trabajos Prácticos de Laboratorio de resolución grupal. Estos ejercicios apuntan a reforzar los temas teóricos desarrollados e integrar los conocimientos en el “saber hacer” y, en su resolución, el docente actuará como motivador. Se intenta por todos los medios reforzar a través de la práctica los conocimientos teóricos y afianzar habilidades.

- Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Pizarrón y Marcadores

Cañón

PCs del laboratorio

Evaluación:

Modalidad

La metodología de evaluación se dará a conocer al estudiante durante la primera semana de clases.

En la evaluación se tendrán especialmente en cuenta los siguientes aspectos:

- Se van a evaluar procesos y no sólo resultados.
- Se va a evaluar lo que el estudiante sabe y lo que no sabe.
- Se van a evaluar los esfuerzos que el estudiante realiza.



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

En base a estos aspectos se hace necesaria una evaluación continua, teniendo en cuenta el trabajo en clase, la participación, el cumplimiento con los trabajos prácticos y el Examen Parcial que, por cuestiones de tiempo, será sólo uno.

El Examen Parcial tendrá carácter teórico-práctico, y contendrá:

- Preguntas para evaluar conocimientos Básicos.
- Preguntas para evaluar conocimientos Medios.
- Preguntas para evaluar conocimientos Avanzados.
- Problemas, para evaluar la integración de conceptos a través de situaciones prácticas, o bien Preguntas a desarrollar.

Requisitos de regularidad/ Promoción

- Cumplir con las normas de asistencia y realizar los Trabajos Prácticos.
- Obtener una calificación igual o mayor a 8 (ocho) en el Examen Parcial.
- Existe una instancia de recuperación del Examen Parcial que permite mantener la promoción, aunque esta nueva calificación invalidará la anterior; es decir, se pone en juego la calificación obtenida previamente.

Requisitos de Regularidad/ Aprobación

- Cumplir con las normas de asistencia y realizar los Trabajos Prácticos.
- Obtener una calificación de 6 (seis) como mínimo en el Examen Parcial o en los Exámenes Recuperatorios.
- Rendir examen final y obtener una calificación de 6 (seis) como mínimo.

Articulación Horizontal y vertical con otras materias:

Se prevé una reunión para chequear temas de articulación con las materias correlativas.

Cronograma estimado de clases

Clase 1: Presentación de la planificación de la materia: Explicación de forma de evaluación y calificación. Acuerdo de las fechas de Exámenes y Trabajos Prácticos. **Comienzo de dictado.** Nivelación de conocimientos necesarios: Modelo OSI, Ethernet, IP, TCP, UDP, 802.1q (VLAN), 802.1ad (Q-in-Q).

Clase 2: Tema: Introducción: El Mercado. Redes PSTN versus Redes IP (Datos versus Voz). Convergencia. Motivación de la VoIP. Evoluciones de las Comunicaciones de VoIP. Aplicaciones y Beneficios.

Clase 3: Tema: Aproximaciones a la Paquetización de la Voz: Componentes de una comunicación de voz. Supresión de silencios: VAD (Voice Activity Detection) y SID (Silence Insertion Description). Compresión. Tipos de Codecs. Rendimiento de Codecs. Codecs de Banda angosta. Codecs de Banda ancha. Codecs de Banda Super ancha. Codecs de Banda completa. Digitalización y Paquetización de la Voz. Composición del ancho de banda utilizado por una comunicación VoIP. Percepción de la calidad de la voz. Otros factores que influyen en la calidad de la Voz sobre IP: Delay. Distintos tipos de Delay. Jitter. Dejitter Buffer. Eco. Packet Loss.



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Clase 4: Tema: Recomendación H.323: Versiones de H.323. Componentes: Endpoints, Gateways, Gatekeepers, MCUs. Arquitectura del Sistema. Modalidades de conexión. Stack de Protocolos en H.323. H.225-RAS (Registration, Admission and Status). H.225/Q.931 (Señalización). H.245 (Intercambio de Capacidades). Fast Connect.

Clase 5: Tema: Protocolos RTP y RTCP: Protocolo RTP (Real Time Protocol). Análisis de la Cabecera. Perfiles de Audio y Video. Ubicación Espacial (Número de Secuencia) y Temporal (Timestamp). SSRC (Synchronization Source) y CSRC (Contributing Source). Protocolo RTCP (Real Time Control Protocol). Análisis de la Cabecera. Mensajes RTCP (SR, RR, SDES, BYE y APP). Análisis de los Bloques de Reporte. Formato NTP (Network Time Protocol). Nombre Canónico.

Clase 6 : Trabajo Práctico: Análisis de Configuraciones y Monitoreos de H.323, RTP y RTCP: Análisis de capturas de H.323 y de sus protocolos asociados en sus distintas modalidades. Análisis de Capturas de Paquetes Paquetes de RTP con distintos tipos de Codecs. Análisis de Capturas de paquetes RTCP interactuando.

Clase 7: Tema: SIP Session Initiation Protocol: Funciones Básicas del Modelo SIP. Protocolo SIP. SIP URI. Funcionamiento general del Protocolo SIP. Métodos Básicos (INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, OPTIONS, INFO) y Avanzados (SUBSCRIBE, NOTIFY, PUBLISH, UPDATE, REFER, MESSAGE). Análisis de la Cabecera del Método. Ejemplos. Respuestas. Tipos de Respuestas (Información, Éxito, Reorientación, Errores de Cliente, de Servidor y Globales). Ejemplos. Llamadas con y sin SIP Server. Comparaciones. Análisis de Flujos de llamadas. Campo CSEQ en una llamada sin SIP Server. Ejemplos de Evolución del campo VIA.

Clase 8: Tema: SIP Session Initiation Protocol: Protocolo SDP (Session Description Protocol). Funciones del SDP. Campos del SDP obligatorios y opcionales. Ejemplos de Mensajes SDP. Registración en SIP. Ejemplos con SUBSCRIBE y NOTIFY. Ejemplos de retención de llamadas. Eventos telefónicos DTMF: In Band, SIP INFO y RFC 2833. FoIP (Fax over IP). Ejemplos.

Clase 9: Trabajo Práctico: Análisis de Configuraciones y Monitoreos de SIP: Análisis de capturas de SIP y de sus protocolos asociados en sus distintas modalidades.

Clase 10: Tema: IP Multicast: Introducción. Unicast versus Multicast. Ventajas y Desventajas de Multicast. Concepto de Grupo Multicast. Membresía. Direcciones Multicast. Mapeos de las Direcciones IP Multicast en Ethernet. Uso del TTL. Protocolo IGMP. Análisis de Paquetes IGMP.

Clase 11: Tema: NAT en SIP: Tabla de NAT. Redireccionamiento de Puertos. El problema del SIP con NAT. Tipos de NAT: NAT Simétrico, NAT de Cono Amplio, NAT de Cono Restringido y NAT de Cono Restringido por Puerto. Ejemplos y formas de resolución de los Problemas. STUN Server (Session Traversal Utilities for NAT). TURN Server (Traversal Using Relay for NAT). ALG (Application Level Gateway). ICE (Interactive Connection Establishment). Symmetric Response Routing.

Clase 12: Tema: Calidad de Servicio en Voz sobre IP: Requerimientos de las Aplicaciones. Utilidad/Viabilidad de la Calidad de Servicio. IntServ (Integrated Services). DiffServ (Differentiated Services). Reserva versus Prioridad. 802.1q. 802.1ad. Clasificación de Paquetes y Técnicas de encolado. FIFO (First In First Out), FQ (Fair Queuing), PQ (Priority Queuing), WRR (Weighted Round Robin), WFQ (Weighted Fair Queuing). Colas Combinadas. Control de Congestión. Bit ECN en Campo DSCP de la Cabecera de IP. Campos CWR y ECE en la Cabecera de TCP. Tail Dropping, Aging, WRED (Weighted Random Early Detection) y Color Dropping. Ruteo en base a Políticas. MPLS.

Clase 13: Tema: Seguridad en Voz sobre IP: Tipos de Ataques (Capturadores de paquetes, Suplantadores de direcciones IP/DNS, Ataques de contraseñas, Hombre en el medio (Man-in-the-Middle), Denegación de servicio



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

telefónico (Telephony Denial of Service o TDoS), Ataques a nivel de aplicación para explotar las vulnerabilidades (bugs), Caballos de Troya y Virus. Contramedidas. Pruebas de robustez de Contraseñas. Controles de Acceso. VLANs. Criptografía. Funciones HASH. Cifrado Simétrico y Asimétrico. Cifrado Híbrido. Firma Digital. PKI (Public Key Infrastructure). VPNs. TLS versus IPsec. SRTP (Secure RTP). SBC (Session Border Controller).

Clase 14: Tema: Análisis de fallas en Voz sobre IP: Analizadores de protocolos. Wireshark. SIP Workbench. Uso del Wireshark para la detección de fallas en VoIP: Filtros de la información presentada, seguimiento de flujos de datos, visualización de la secuencia de llamada, reproducción del streams RTP, utilización de la representación gráfica para evaluación de inconvenientes aplicados a las capacidades del canal y la calidad de servicio, determinación de inconvenientes asociados al jitter y la pérdida de paquetes y exportación de capturas. Análisis espectral del audio de la llamada VoIP. **Trabajo Práctico: Armado de maquetas en el Laboratorio.** Análisis de capturas de SIP y de sus protocolos asociados en sus distintas modalidades.

Clase 15: Examen parcial

Clase 16: Entrega de Notas. Firma de Libretas. Devolución Examen parcial. Asiento en actas.

Bibliografía:

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Davidson, Jonathan; Gracely, Brian y Peters, James (2001) - Fundamentos de voz sobre IP – Madrid, España - Editorial Cisco Press

Wallingford, Theodore (2005) - Switching to VoIP - California, Estados Unidos - Editorial O'Reilly

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Camarillo, Gonzalo (2002) - SIP Demystified - Estados Unidos - Editorial McGraw-Hill

Hersent, Olivier, Petit, Jean Pierre y Gurle, David (2005) - Beyond VoIP Protocols: Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony - West Sussex, Inglaterra - Editorial John Wiley & Sons

Johnston, Alan B. (2004) - Understanding the Session Initiation Protocol - Massachusetts, Estados Unidos - Editorial Artech House

Porter, Thomas (2006) - Practical VoIP Security - Massachusetts, Estados Unidos - Editorial Syngress Publishing

Vegesna, Srinivas (2001) - IP Quality of Service - Indianapolis, Estados Unidos - Editorial Cisco Press

Recomendaciones ITU G.711, G.719, G.722, G.723, G.729, H.323, H.225, H.245

Request For Comments (RFCs) 958 (NTP), 1994 (IntServ), 2113 (Router Alert), 2396 (SIP URI), 2809 (CRTP), 2833 (Codificación RTP para DTMF), 2976 (Método INFO), 3031 (Arquitectura MPLS), 3168 (Campo ECN en IP), 3260 (DiffServ), 3261 (SIP), 3265 (Métodos SUBSCRIBE y NOTIFY), 3311 (Método UPDATE), 3362 (FAX over IP), 3376 (IGMP v3), 3428 (Método MESSAGE), 3515 (Método REFER), 3550 (RTP y RTCP), 3581 (Symmetric



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Response Routing), 3711 (SRTP), 3903 (Método PUBLISH), 4566 (SDP), 5245 (ICE - Interactive Connection Establishment), 5389 (STUN Server) y 6176 (TLS - Transport Layer Security).

Correlativas:

Para cursar:

Cursada: Técnicas Digitales III

Aprobada: Sistemas de Comunicaciones

Para rendir:

Aprobada: Técnicas Digitales III