



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Departamento de Ingeniería

Sección Electrónica

Telefonía Digital

Prácticas de laboratorio

Semestre 2025-2

Asignatura: Telefonía Digital

Clave de la Carrera 130 Clave de la Asignatura 1714



Fecha de modificación: junio 2024

AUTORES: Ing. Gilberto Chavarría Ortiz.

M. en TIC's. Alma Alejandra Luna Gómez.



ÍNDICE

Índice		2
Contenido		3
Reglamento		5
Práctica 1.	Prueba telefónica y tráfico. Unidad 1. Ingeniería de Teletráfico. <i>1.1 Principios Básicos de Telefonía.</i>	7
Práctica 2.	Marcación Telefónica. Unidad 2. Sistemas de señalización. <i>2.1 Sistemas de señalización estandarizados por ITU.</i>	11
Práctica 3.	Señalización y exploración de línea. Unidad 2. Sistemas de señalización. <i>2.2 Señalización por canal asociado, R2 digital.</i>	15
Práctica 4.	Transmisión Telefónica. Unidad 4. Transmisión Digital. <i>4.1 Multiplexación y demultiplexación.</i>	19
Práctica 5.	Jerarquía en Sistemas Telefónicos Digitales. Unidad 5. Arquitectura de Control de una Central Digital. <i>5.7 Planes técnicos fundamentales: numeración, señalización.</i>	22
Práctica 6.	Voz sobre red de datos. Unidad 6. Redes Telefónicas por IP. <i>6.2 Implementación de Redes IP.</i>	25
Práctica 7.	Voz sobre redes de datos. Unidad 6. Redes Telefónicas por IP. <i>6.7 Diseño e implementación Redes.</i>	30
Bibliografía		37
Anexos		38



CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA.

- El alumno conocerá y entenderá el funcionamiento adecuado de las centrales telefónicas digitales y el diseño de su tráfico, los servicios que prestan y sus diferentes tecnologías, de igual manera tendrán un panorama amplio del futuro de la telefonía.

OBJETIVOS DEL LABORATORIO.

- Analizar y comprender en forma práctica el funcionamiento de una central telefónica, así como los medios de transmisión empleados para interconectar los dispositivos que conforman un sistema de comunicación digital.
- Integrar al alumno con las normas y protocolos básicos de transmisión Telefónica Digital.
- Conocer los elementos básicos que conforman una red telefónica Digital.

INTRODUCCIÓN.

Poco antes del siglo XXI, las empresas aprovecharon las centrales telefónicas convencionales, manejando redes independientes para comunicaciones de voz y datos. En la actualidad, con la implementación de Voz sobre IP (VoIP), las empresas emigran a sistemas telefónicos IP, unificando redes de voz y datos en una misma infraestructura, dando como resultado Redes Convergentes. Su implementación a nivel empresarial, proporciona movilidad, flexibilidad de expansión, así como optimización de costos para su administración y control.

El presente laboratorio, permite al alumno conocer los dispositivos fundamentales y funciones básicas de un Sistema de Comunicación, partiendo desde un teléfono como dispositivo inicial de un sistema de comunicación, que a través de un PBX simula el funcionamiento de una Central Telefónica como referencia base que antecede al diseño, implementación y configuración de un sistema Telefónico Digital donde el alumno podrá identificar los protocolos que intervienen en el proceso del mismo.



INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

Para la presentación del reporte se deberá cumplir con los requisitos indicados en cada una de las prácticas, incluyendo:

- Portada
- Objetivos.
- Introducción complementaria (**Investigada por el alumno**).
- Procedimiento experimental (**gráficas, tablas, comentarios, etc.**).
- Cuestionario.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Los reportes deberán incluir una portada obligatoria de formato libre con la siguiente información, sin omitir ninguno de los datos.

U. N. A. M.	
F. E. S. C.	
Laboratorio de: _____	
Grupo: _____	No. de Práctica: _____
Nombre de la Práctica: _____	
Profesor: _____	
Alumno: _____	
Fecha de realización: _____	Fecha de entrega: _____
Semestre: _____	

Los criterios de evaluación para el laboratorio son los siguientes:

LABORATORIO DE TELEFONÍA DIGITAL		
No. de Criterio	Criterio de Evaluación	Porcentaje
C1	Actividades previas indicadas en el manual de practicas	30%
C2	Análisis e interpretación de resultados	10%
C3	Toma de lecturas correctas	10%
C4	Reporte entregado con todos los puntos indicados en el manual de practicas	50%



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SECCIÓN ELECTRÓNICA
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los lineamientos para el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que deberán de conocer y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, sistemas analógicos y sistemas digitales.

- Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios
 - Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
 - Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
 - Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
 - Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
 - La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
 - Dejar los bancos en desorden y/o sobre las mesas.
 - Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo.
 - Usar o manipular el equipo sin la autorización del profesor.
 - Rayar y/o sentarse en las mesas del laboratorio.
 - Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
 - Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando energizado.
 - Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabajo.
 - Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de los laboratorios.
 - El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito para la realización de la práctica.
 - Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de laboratorio.
- Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condiciones del equipo e instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipo o de cualquier anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.
- Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos indicados en el “cronograma de actividades de laboratorio”.
- Es requisito indispensable para la realización de las prácticas que el estudiante:
 - Descargue el manual completo y actualizado al semestre en curso, el cual podrá obtener en (http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/)
 - Presente su circuito armado en la tableta de conexiones para poder realizar la práctica (cuando aplique), de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
 - Realizar las actividades previas y entregarlas antes del inicio de la sesión de práctica, de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.



5. Estudiante que no asista a la sesión de práctica de laboratorio será evaluado con cero.
6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios de evaluación incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser modificados. En caso contrario, el estudiante deberá reportarlo al jefe de sección.
7. La evaluación final del estudiante en los laboratorios será con base en lo siguiente:
 - a) **(Aprobado)** Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.
 - b) **(No Aprobado)** No cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.
 - c) **(No Presentó)** Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio o que no haya entregado actividades previas o reporte alguno.
8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para realizar trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito al jefe de sección. Siempre y cuando no interfiera con los horarios de los laboratorios.
9. Estudiantes que requieran realizar trabajos o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable del trabajo o proyecto. En caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
10. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).
11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instruya la salida del infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.
12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños al laboratorio, materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reparación o reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.
13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de equipos, materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados conforme a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta cometida.
14. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección, de acuerdo con los lineamientos generales para el uso de los laboratorios en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECCIÓN ELECTRÓNICA
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cuautitlán Izcalli, Estado de Méx. a 18 de junio de 2024



PRÁCTICA 1. PRUEBA TELEFONICA Y TRÁFICO.

OBJETIVOS.

- Instalar un Sistema Telefónico.
- Conocer el funcionamiento de un conmutador PBX.
- Comprender la unidad de medida Erlang desde un punto de vista estadístico para determinar la calidad del servicio y la dimensión de un sistema.

INTRODUCCIÓN.

La Red Telefónica Publica Conmutada (**RTPC**), tiene centrales telefónicas de conmutación digital enlazadas con equipos de transmisión que conectan los teléfonos que conocemos en nuestros hogares y otros lugares. Cada abonado se identifica con un número telefónico, el cual sirve para establecer la comunicación entre ellos.

El teléfono y la central telefónica se conectan por medio de 2 alambres (par trenzado) y efectúan un intercambio de información, para poder definir el estado o solicitud de un usuario, a esto, se le llama **señalización**. La central telefónica recibe una señal (corriente) ante la acción de descolgar un teléfono y responder enviando un tono de invitación a marcar.

En un sistema telefónico constantemente se debe monitorear el buen funcionamiento de todos los servicios que ofrece, para evitar quejas de usuarios, así como medir la dimensión del mismo en horas de mayor tráfico. En la actualidad se cuenta con equipo que automáticamente monitorea parámetros estratégicos, realiza pruebas y actualizaciones en horas de menor uso (la noche) para que lo anterior no intervenga con la calidad de servicio.

El tráfico telefónico, hace referencia al uso que se hace de un sistema telefónico y nos permite determinar si se tiene la dimensión necesaria para proporcionar servicio a todos los usuarios, aun en máximo tráfico y sin desperdiciar recursos. El tráfico telefónico es de naturaleza aleatoria y mide las solicitudes de llamada que llegan en intervalos aleatorios. Medir el tráfico en hora pico, es lo más preciso para determinar si una red telefónica es eficiente.

El tráfico telefónico medido en un periodo de una hora se le llama **Erlang** y para realizarlo es necesario conocer dos parámetros: el número de **intentos de llamada C**, durante el periodo de tiempo [llamadas/Hr] y la **duración de las llamadas T**, también aleatorio y medido como un periodo medio. **El tráfico telefónico** en (Erlang), se calcula como:

$$\text{Erlang} = C \times T$$

Donde:

$$C = \text{intentos de llamada por hora (llamadas/hr)}$$

$$T = \text{duracion de las llamadas (hrs)}$$

La medición del tráfico telefónico se realiza con la finalidad de verificar y corregir posibles fallas debido a un posible aumento o reducción de usuarios.



Para el desarrollo de esta práctica, se utiliza un PBX (*Private Branch Exchange*) de marca Steren que simulara un centro de conmutación digital. Cuenta con 8 líneas de extensiones y 3 líneas externas. Los patrones de uso no serán representativos ni los tiempos de uso, solo tendrán carácter educacional para simular los aspectos mas relevantes del sistema.

ACTIVIDADES PREVIAS.

1. Investigar los elementos utilizados para conectar el teléfono de la casa a la red telefónica pública (rosetas, plug, cable, colores de los cables, etc.).
2. Como funciona un conmutador telefónico.
3. Investigue en que consiste el termino tráfico telefónico.
4. Explique el termino capacidad de un sistema telefónico.
5. Leer el procedimiento de la práctica.

EQUIPO.

- 1 equipo conmutador PBX 3X8 de Steren.
- 4 teléfonos con DTMF.

MATERIAL.

- 4 cables de 1 m. de cable telefónico plug - plug RJ11, para extensiones.
- 1 cable de 2 m. de cable telefónico plug - plug RJ11, para extensiones.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

A. Las siguientes actividades le permitirán analizar los eventos que ocurren al realizar una llamada, su correcta operación y prueba de servicios telefónicos. Para lo anterior Implementara un sistema telefónico de 4 teléfonos, una línea externa (troncal).

1. Usando los 4 cables de 1m. de cable telefónico plug - plug RJ11, conectar los cuatro teléfonos hacia las extensiones del PBX (601-604).
2. Conectar el cable del PBX a la alimentación (110V~60Hz).



Figura 1. Sistema armado.

3. Descuelgue el teléfono de la extensión 601, Identifique el tipo de tono que se escucha. **Anote sus observaciones.**



4. Marque el número 60 y espere unos segundos para ver lo que sucede. **Explique la posible causa de lo sucedido.**
5. **Integración de PBX a conmutador FESC.**
Conecte el PBX (Line1) con la roseta telefónica externa que proporciona el laboratorio.

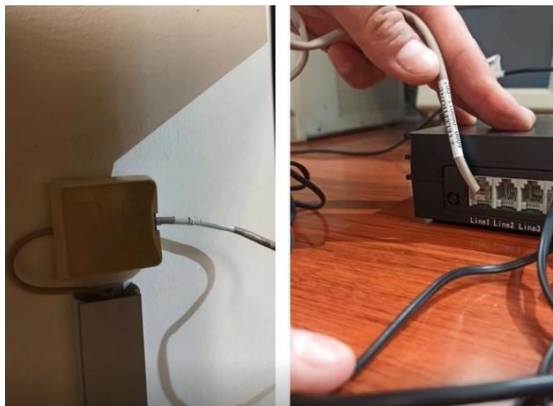


Figura 2. Integración de PBX (Line 1) a Conmutador FESC (Roseta).

6. **Llamadas entre conmutador PBX y FESC.**
Descuelgue la extensión 601; escuche el tono de invitación a marcar y pulse 9, espere, y al escuchar el tono de invitación a marcar, marque 31888 (extensión del Departamento de Ingeniería). **Anote sus observaciones.**
7. **Llamada entre conmutador PBX y conmutador externo.**

Observación: Para realizar llamadas externas se debe marcar dos veces 9 antes de marcar el número externo; considere que el conmutador FESC cuenta con privilegios para salida de llamadas.

Proceda a descolgar nuevamente la extensión 601, escuche el tono de invitación a marcar y pulse 9, espere y pulse nuevamente 9, el siguiente paso sería marcar el número externo al que se desea comunicar. **Anote sus observaciones.**

8. Descuelgue la extensión 601; marque el número 602 y no tome la llamada. **Anote sus comentarios referentes al tiempo de espera del sistema en el proceso de llamada.**
9. Repita el proceso anterior, pero en esta ocasión tome la llamada y lleve a cabo una conversación.
10. Sin perder la comunicación 601-602, ahora descuelgue la extensión 603 y marque el número 601. Identifique el tono en la extensión 603. **Anote sus observaciones.**

- B. La siguiente actividad pretende reforzar los conocimientos teóricos sobre Tráfico Telefónico. Considerando que el tráfico de un Erlang está referenciado a un recurso, canal, sistema, etc. Recuerde que la unidad Erlang no es más que un multiplicador de uso por unidad de tiempo.**

En la siguiente tabla se representa el sistema armado en el procedimiento experimental, donde el teléfono 601 llama a 602 y tiene una duración de 3 min, así mismo el teléfono 603 llama a 604 con una duración de 5 min. Considere que las conexiones máximas en este sistema son dos llamadas a la vez. Determine la intensidad de tráfico en unidad de Erlangs. No olvide incluir los cálculos correspondientes.



Llamada	1	2
Teléfono	601 - 602	603 - 604
Duración (minutos)	3	5
Tráfico (Erlang)		
Conexiones Máximas	2	

Tabla 1.- Sistema propuesto.

En la tabla 2, deberá calcular el tráfico total para el mismo sistema.

Llamada	1	2
Teléfono	601 - 602	603 - 604
Duración (minutos)	8	
Tráfico (Erlang)		
Conexiones Máximas	2	

Tabla 2.- Tráfico para el sistema completo.

CUESTIONARIO.

1. ¿Qué tipo de falla se presenta cuando descolgamos y no escuchamos el tono de invitación a marcar?
2. ¿Qué tipo de falla se presenta cuando marcamos el numero al que nos queremos comunicar y no obtenemos tono?
3. ¿Puede un usuario con privilegios en un conmutador realizar una llamada aun cuando todas las líneas estén ocupadas?
4. ¿Cómo puede verificar el correcto funcionamiento de un CODEC?
5. Defina el termino conmutación digital.
6. Si el tiempo de conectedo de una línea platica es de 2 minutos, considerando ocupación completa de 20 llamadas en una hora ¿Cuál es la intensidad de tráfico para la línea?
7. Si 4 líneas de un sistema, tienen intensidades de trafico de 0.3, 0.25, 0.05 y 0.6 Erlangs, ¿Cuál es la intensidad total de tráfico del sistema?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.



OBJETIVO.

- El alumno comprobará el sistema **DTMF** (Dual Tone Multi Frequency) para el proceso de señalización en líneas telefónicas analógicas usando la marcación entre teléfonos y la central telefónica.
- Comprender el intercambio de señales entre la central telefónica y el teléfono.

INTRODUCCIÓN.

La presente práctica, incorpora aspectos fundamentales de señalización entre el teléfono y la central telefónica. Actividades que, sin percibirse, tienen lugar al intercambiar señales que hacen posible la comunicación. La transmisión de voz se mantiene en un ancho de banda aproximado de 4kHz. Para esta práctica el ejercicio de conmutación se realizará en el PBX de Steren 3X8, donde tres líneas telefónicas, dan servicio a 8 extensiones. alguna de las extensiones se podría configurar para tener acceso a la línea telefónica o comunicarse entre ellas, pero en esta práctica no se utilizan las líneas telefónicas, únicamente se desarrollará utilizando dos extensiones.

El aparato telefónico, es un dispositivo que, a pesar de los avances tecnológicos, mantiene las funciones básicas que ha tenido a través del tiempo. El teléfono se considera un elemento fundamental ya que es donde inicia y termina el proceso de comunicación. En la actualidad y con el desarrollo tecnológico, además de la voz, se incrementan los servicios telefónicos como el video, mensajes, datos y más. Un teléfono requiere de un número telefónico para ser identificado dentro de la red telefónica.

El teléfono y la central telefónica intercambian ciertas señales que se les conoce como señalización de línea. Donde es posible estudiar la transmisión, recepción, timbrado y marcación. Por el par de hilos que se conectan del teléfono a la central telefónica, se reciben -48 volts, que sirven para la alimentación de circuitos electrónicos del teléfono.

Para enviar un número de teléfono, se utiliza un sistema de marcación de doble tono de Multifrecuencias DTMF (Dual Tone Multi-Frequency). Este es un sistema estándar internacional de dígitos telefónicos con 16 tonos distintos, donde su combinación en una matriz de 4 frecuencias en columna y 4 frecuencias en filas, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Matriz de frecuencias del teléfono.



Cuando el abonado oprime una tecla del teléfono, se envía un par de frecuencias correspondiente a una de 4 columnas y otra por una de las 4 filas, de acuerdo a la matriz donde se localiza la tecla. La combinación de frecuencias se detecta en la central telefónica por circuito de señalización (generador de tono y detector DTMF) como un número. Por ejemplo, cuando se oprime la tecla 1, se considera la frecuencia 1209 (Columna) con la frecuencia 697 (Fila).

La central detecta en un periodo de hasta 40 ms los dígitos que se marcaron y dictamina si es un número que debe ser procesado. Cada línea telefónica tiene su propio sistema receptor de DTMF y permanece conectado mientras se realiza la conversación, ya que se puede seguir usando el teclado para alguna otra función. Cuando algún usuario intenta comunicarse con otro, descuelga el auricular y la central telefónica lo detecta. Superpone a los -48V una señal continua de 75V y 425 Hz (Disposición Técnica IFT-004-2016 y recomendación ITU-T E.180). En este momento el aparato telefónico está listo para comenzar a marcar el número telefónico. Una línea telefónica se desplaza sobre dos cables, por lo que sólo los dos contactos centrales de un conector RJ11 (Registered Jack) son utilizados para realizar conexiones del aparato telefónico hacia la central telefónica. Los cuatro contactos restantes se pueden usar para añadir dos líneas adicionales a la computadora o al teléfono.

Los cables con forrado **Rojo y Verde** son los cables centrales del conector RJ11. El adaptador telefónico tipo "Y", conecta en paralelo los dos cables para permitir hacer una extensión telefónica.

ACTIVIDADES PREVIAS.

1. Investigar en que consiste el sistema DTMF y que otro método se utilizó para el marcado de un número telefónico.
2. Escriba cual es la función del número de abonado en la RTPC.
3. Investigue la tabla de frecuencias para el teclado telefónico matricial.
4. Investigue cual es la frecuencia para el tono de llamada en servicio telefónico según ITU.

EQUIPO.

- 1 Conmutador PBX 3X8 de Steren.
- 2 Teléfonos con DTMF.
- 1 Osciloscopio.

MATERIAL.

- 1 Cable telefónico de 1 m. con plug - plug RJ11.
- 2 Cables telefónicos de 2 m. con plug - plug RJ11.
- 1 Roseta telefónica, con Jack RJ11 de 8 contactos (Ver figura 2).
- 1 Adaptador Tipo "Y" de 2 Jacks RJ11 - Plug (Ver figura 3).

Figura 2.- Roseta Telefónica



Figura 3.- Adaptador Tipo "Y".

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1. Conecte la roseta telefónica de Jack RJ11 al adaptador "Y"; después conecte el cable telefónico RJ11 de 2m. del adaptador tipo "Y" hacia un teléfono, y con el cable telefónico RJ11 de 1m. conecte el segundo Jack hacia la entrada marcada como "601" del conmutador PBX. Finalmente, conecte la entrada marcada como "602" del conmutador PBX directamente hacia el segundo teléfono con el cable telefónico RJ11 de 2m, tal y como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Instalación para medir la actividad telefónica.

2. Conectar el cable de alimentación del PBX (110V~60Hz).
3. Descuelgue el teléfono de la extensión 601, escuche y al recibir el tono de invitación a marcar, marque 602 con la finalidad de verificar el tiempo máximo de espera para la marcación de cada uno de los tres dígitos.
Nota: Para este punto, marque el número 6 y espere 10s para marcar el siguiente dígito que sería 0. Anote sus comentarios.
4. Conecte el osciloscopio con referencia **rojo** (Tierra) y **verde** (Positivo), como se indica en la Figura 4.
5. Descuelgue el teléfono de la extensión 601, espere el tono de invitación a marcar. Obtenga las gráficas correspondientes en CA para cada botón, al pulsar los números 1, 5 y 9. Compare los tres gráficos y comente.

Nota: Para el siguiente punto, considere configurar el osciloscopio como analizador de espectro (**Math-FFT**), con una escala horizontal aproximada de **250Hz/Div** y haciendo uso de los cursores, complete la **Tabla 1** identificando las dos frecuencias características para cada botón del teclado telefónico.



6. Nuevamente, haciendo uso de la extensión 601, descuelgue y espere el tono de invitación a marcar. **Oprima cada uno de los botones del teclado telefónico matricial, para observar en el osciloscopio cada una de las gráficas correspondientes en tiempo. Dibuje las gráficas obtenidas y anote sus comentarios comparando sus resultados con la investigación previa.**

Tecla	Componentes de frecuencia	
	F1 (Hz)	F2 (Hz)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
*		
#		

Tabla 1. Frecuencias del Teclado Telefónico.

CUESTIONARIO.

1. Describa con sus propias palabras el sistema DTMF para señalización.
2. Indique qué frecuencias están asociadas con la marcación del número "4"
3. Una compañía telefónica puede desconectar la llamada de un usuario cuando no complete la marcación de un número telefónico. Indique, cuánto tiempo espera la empresa para que el usuario marque por completo el número telefónico.
4. Compare los resultados de la Tabla 1 con los teóricos y anote sus comentarios.
5. Explique con sus propias palabras el concepto de PBX.
6. Comente la relación entre el PBX 3X8 Steren con una central telefónica en términos de funcionalidad y capacidad.
7. ¿Qué características deben tener los cables que conectan el teléfono con la central telefónica?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.



OBJETIVOS.

- Comprobar los componentes y funciones del teléfono.
- Comprender el intercambio de señales entre la central telefónica y el teléfono.
-

INTRODUCCIÓN.

El aparato telefónico, es un dispositivo que, a pesar de los avances tecnológicos, mantiene las funciones básicas que ha tenido a través del tiempo. El teléfono se considera un elemento fundamental ya que es donde inicia y termina el proceso de comunicación. En la actualidad y con el desarrollo tecnológico, además de la voz, se incrementan los servicios telefónicos a videollamadas, mensajes de texto e internet, entre otros. Donde un teléfono requiere de un número telefónico para ser identificado dentro de la red telefónica.

El teléfono y la central telefónica intercambian señales, proceso conocido como señalización de línea. Donde es posible estudiar la transmisión, recepción, timbrado y marcación. Por el par de hilos que se conectan del teléfono a la central telefónica, se reciben -48 volts, que sirven para alimentar los circuitos electrónicos del teléfono.

La señalización de línea permite controlar los recursos que forman parte del sistema telefónico, permitiendo asignar los recursos físicos que forman parte de la trayectoria que se establece al hacer una llamada dentro de la central telefónica (recomendación ITU-T E.180). El par de hilos (cable par trenzado), crea la ruta necesaria para hacer el enlace entre usuarios, avisos de intento de llamada, aviso para quien debe recibir la llamada, tipo de cobro, etc.

- Dial Tone. Invitación a marcar con frecuencia 425hz y cadencia continua.
- Ring Tone. Timbre de llamada, frecuencia de 425hz y cadencia 4:1.
- Busy Tone. Tono de ocupado, frecuencia de 425Hz y cadencia 0.25:0.25.

La señalización de registro permite hacer la comunicación entre abonados que no estén conectados a la misma central.

Figura 1. Bobina híbrida en un teléfono.

La impedancia Z_0 de 600 ohm es del par de hilos que interconecta la central telefónica con el aparato telefónico, siendo el medio donde viajan las voces de la comunicación y las señales para enlazar la comunicación. La bobina permite que se realice la comunicación por el par de hilos, separando la voz que se envía por el micrófono hacia la central telefónica y la voz que se recibe del mismo medio hacia la bocina del teléfono. La impedancia característica del par trenzado es de 600 ohm y se balancea con otra resistencia (aprox. 600 ohm).

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), es encargado de establecer normas para proveedores de equipo, servicios u algún otro motivo que tenga que ver con las redes públicas de telecomunicaciones, por



aparatos telefónicos que se conectan a la red pública telefónica.

La presente práctica, incorpora aspectos fundamentales de señalización entre el teléfono y la central telefónica, teniendo lugar al intercambiar señales que hacen posible la comunicación. La transmisión de voz se mantiene en un ancho de banda aproximado de 4kHz. Para esta práctica el ejercicio de conmutación se realizará en el PBX marca Steren 3X8, donde tres líneas telefónicas, dan servicio a 8 extensiones. Algunas de las extensiones se podrían configurar para tener acceso a la línea telefónica o comunicarse entre ellas, pero en esta práctica no se utilizan las líneas telefónicas, únicamente se desarrollará utilizando dos extensiones.

ACTIVIDADES PREVIAS.

1. Investigar el voltaje de alimentación de una central telefónica a un aparato telefónico.
2. Investigue según la UIT-T cuál es la frecuencia para el tono de llamada en un servicio telefónico.
3. Justifique los factores que limitan la distancia para conectar un aparato telefónico a la central telefónica.
4. Dibuje y explique los elementos que conforman un teléfono.

EQUIPO.

- 1 Conmutador PBX 3X8 de Steren.
- 2 Teléfonos con DTMF.
- 1 Osciloscopio.

MATERIAL.

- 1 Cable telefónico de 1 m. con plug - plug RJ11.
- 2 Cables telefónicos de 2 m. con plug - plug RJ11.
- 1 Roseta telefónica, con Jack RJ11 de 8 contactos (Ver figura 2).
- 1 Adaptador Tipo "Y" de 2 Jacks RJ11 - Plug (Ver figura 3).

Figura 2.- Roseta Telefónica.

Figura 3.- Adaptador Tipo "Y".

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Conecte la roseta telefónica de Jack RJ11 al adaptador "Y"; después conecte el cable telefónico RJ11 de 2m. del adaptador tipo "Y" hacia un teléfono, y con el cable telefónico RJ11 de 1m. conecte el segundo Jack hacia la entrada marcada como "601" del conmutador PBX. Finalmente, conecte la entrada marcada como "602" del conmutador PBX directamente hacia el segundo teléfono con el cable telefónico RJ11 de 2m, tal y como se muestra en la Figura 4.



2. Conectar el cable del PBX a la alimentación (110V~60Hz).

Figura 4. Sistema de comunicación telefónica.

Nota: Para realizar los siguientes puntos, deberá ajustar el osciloscopio para visualizar la señalización de los tonos solicitados.

1. Descuelgue la extensión 601, identifique y obtenga el grafico del tono de invitación a marcar. **(Es de importancia registrar voltaje y frecuencia)**. Cuelgue la extensión.
2. Descuelgue la extensión 601, escuche el tono de invitación a marcar y mida el tiempo que se prolonga este tono hasta encontrar el tono de ocupado. Registre el dato y cuelgue la extensión.
3. Descuelgue nuevamente la extensión 601 y marque a la extensión 602. Grafique el tono de llamada entrante. **(Es de importancia registrar voltaje y frecuencia)**. Cuelgue la extensión.
4. Cambie el osciloscopio como analizador de espectro **(Math-FFT)**. Descuelgue la extensión 601, marque a la extensión 602. Grafique el espectro del tono de llamada, cuelgue la extensión.
5. Marque nuevamente con el teléfono 602 a la extensión 601, conteste, converse y configure el osciloscopio para visualizar la señal de la conversación en el osciloscopio. Grafique la señal obtenida para diferentes tipos de voz.
6. Sustituya el osciloscopio por multímetro y mida el voltaje con el teléfono colgado (terminal **rojo** a tierra y terminal **verde** a positivo) de la extensión 601.
7. Repita la misma medición para teléfono descolgado.

CUESTIONARIO.

1. Explique con sus propias palabras el termino PBX.
2. ¿Cuáles son los componentes incluidos en la arquitectura de la RTC (Red Telefónica Conmutada)?
3. Identifique y mencione la diferencia entre PBX 3X8 de Steren con una central telefónica en términos de funcionalidad y capacidad.
4. ¿Qué características deben tener los cables que conectan el teléfono con la central telefónica?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA



OBJETIVO.

- El alumno reafirmara los conocimientos adquiridos en el tema Multiplexación por División de Tiempo **TDM**, con la elaboración y prueba de un sistema de transmisión digital codificado en **MATLAB**

INTRODUCCIÓN.

La voz es de origen analógico por naturaleza, es decir, de análisis constante en cualquier instante de tiempo. Para su estudio y transmisión, es posible su codificación digital en 8 bits utilizando técnicas de Modulación por impulsos codificados PCM en un rango aproximado de 4kHz. No importa si la voz viaja por par trenzado, ondas electromagnéticas, cable coaxial o fibra óptica, ya que implica un canal de voz con cierta ocupación espectral o de tiempo.

Cada trayectoria de voz envía códigos a una razón de 8000 códigos por segundo. El envío de varias señales simultáneamente, sobre un enlace de comunicación, se logra introduciendo varios canales en varios instantes de tiempo TDM. Los códigos se organizan en grupos llamados tramas.

La señal telefónica digital, usa un sistema de transmisión síncrono combinando TDM y PCM. En TDM cada señal puede ocupar el ancho de banda por cada canal, sin embargo, cada canal es transmitido en varios instantes de tiempo. La tecnología europea ocupa 30 canales, mientras en la de EU son 24 canales. Esta práctica muestra el fenómeno de Multiplexación por medio de una simulación en Matlab.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA.

- Investigue y explique la estructura y funcionamiento de un enlace TDM.
- Generar un archivo que se llame "**TDM.m**" creado en Notepad o WordPad que contenga las siguientes instrucciones y presentar a su sesión de laboratorio.
- Leer Anexo A.

```
clear all; close all;
```

```
n=input('Introduzca el número de señales a multiplexar:');  
r=input('Introduzca el numero de bits en cada señal:');
```

```
%Señalización
```

```
for i=1:n  
a=input('Introduzca los bits de la primera señal:');  
for j=1:r  
a1(i,j)=a(1,j);  
j=j+1;  
end  
disp('Introduzca los bits de la siguiente señal:');  
i=i+1;  
end
```

```
%Graficando las señales de entrada  
figure
```



```
for i=1:n
for j=1:r
a2(1,j)=a1(i,j);
j=j+1;
end
subplot(n,1,i);
stem(a2,'m','LineWidth',4);axis([0 4 0 1]);
title('Señal de entrada');
i=i+1;
end
%Señal multiplexada
figure
k=1;
for i=1:n
for j=1:r
m(1,k)=a1(i,j);
j=j+1;
k=k+1;
end
i=i+1;
end
stem(m,'m','LineWidth',4);axis([0 40 0 1]);
title('Señal Multiplexada');

%Señal Demultiplexada
figure
k=1;
for i=1:n
for j=1:r
t(1,j)=m(1,k);
d(i,j)=t(1,j);
j=j+1;
k=k+1;
end
subplot(n,1,i);
stem(t,'m','LineWidth',4);axis([0 8 0 1]);
title('Señal Original Recibida');
end
```

MATERIAL Y EQUIPO.

- Computadora con el software **MATLAB** instalado.



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1. Ejecute Matlab.
2. Abrir archivo **"TDM.m"** que realizó dentro de las actividades previas.
3. Ejecute el archivo **"TDM.m"**, introduzca la información que le pide el archivo en ejecución: **4 señales de 8 bits por señal.**

Nota: Los bits se escriben de acuerdo al siguiente formato: **[1 0 1 0 1 0 1 0]**. **Incluya los paréntesis cuadrados.**

Nota: El software proporcionará tres gráficos, captúrelos, analice y conforme a sus conocimientos teóricos de una explicación al respecto.

4. Repita el paso anterior para 8 y 10 señales de 4 bits.
Analice los gráficos y nuevamente registre sus comentarios.

CUESTIONARIO.

1. ¿Se puede transmitir en FDM por el mismo enlace TDM?
2. ¿Qué otras técnicas de multiplexación se utilizan para transmitir voz?
3. ¿Cuál es el propósito de la implementación de enlaces E1?
4. ¿De cuantas divisiones (Time slots) consta una trama de E1?
5. En un enlace E1, ¿Cuántos canales hay disponibles para la transmisión de voz y cuantos para señalización?
6. ¿Cuál es el ancho de banda de cada uno de los canales en un enlace E1?
7. ¿Cuál es el ancho de banda correspondiente para un enlace E1 y T1?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.



OBJETIVOS.

- Identificar la relación de asignación entre el directorio y números de equipo.
- Examinar los registros relevantes para cada línea telefónica.
- Establecer criterios para hacer la comunicación entre teléfonos por medio de dos centrales telefónicas.

INTRODUCCIÓN.

Una línea proveniente de una central telefónica se conecta directamente a un aparato telefónico. La línea telefónica se asocia con un directorio donde se le asigna un número único, que sirve como identificador para poder enlazar con otro abonado. La central telefónica puede tener hasta 10mil abonados y se equipa de acuerdo con las necesidades del área donde se ubica.

La red telefónica tiene una estructura jerárquica, donde a cada central telefónica se le asigna un nivel de importancia. Se tienen centrales locales que hacen el enlace directo del abonado y la central telefónica. Centrales que sirven de tránsito para comunicar entre centrales de diferentes regiones del país o hacer la comunicación con regiones que se encuentran en otros países.

La UIT-T especializada en tecnologías de la información y telecomunicaciones. Encargada de facilitar la conectividad internacional desarrollando estándares técnicos que aseguran que las redes y tecnologías se interconecten sin problema. Por ejemplo: un número telefónico de la ciudad de México tiene diez números **5575896321**, donde: el **6321** representa el número de abonado, el **7589** representa un indicativo de localización de la central telefónica en una región donde se encuentra el abonado, y el **55** es el área geográfica dentro del país. Cada central telefónica tiene un registro de línea que hace eficiente el servicio pues verifica el registro e identifica el estado en que se encuentra el abonado (libre, ocupado, restringido, etc.), permitiendo que las acciones físicas, se registren y hagan eficientes de una manera digital.

También se tiene un registro de señalización (**SS7** o **CAS**) que permite hacer un intercambio de señales para establecer una llamada y canalizar los recursos necesarios para lograrlo. El estándar **ITU-T E.164** recomienda la estructura del número internacional para áreas geográficas como muestra la Figura 1.

Figura 1. Estructura de prefijos de números internacionales.



En la presente práctica se diseñará una red telefónica con dos conmutadores PBX (dos Centrales Telefónicas). Cada conmutador PBX puede conectar abonados que se identificarán con la numeración del **601** al **608**. Cada conmutador PBX tiene la capacidad de conectarse con tres líneas externas (**Line1**, **Line2**, **Line3**). Un conmutador PBX se conecta por medio de un cable de tipo "par trenzado", a la cual se le conoce como **línea troncal**, línea encargada de comunicar dos conmutadores PBX (Centrales Telefónicas).

Para verificar las actividades que se desarrollan en el establecimiento de la llamada, se tomará los indicadores luminosos que tienen los conmutadores PBX, tal y como se ilustra en la Figura 2. Los indicadores luminosos, hacen la simulación de un registro de línea de una central telefónica y verifican la actividad de las conexiones físicas, que toma lugar en el establecimiento de una llamada. Cada línea se puede identificar por medio del número de línea, una identidad digital derivada de la dirección en el conmutador digital y por su número en el directorio.

Figura 2. Indicadores luminosos en PBX.

ACTIVIDADES PREVIAS.

1. Investigar el plan de numeración en la Red Telefónica Publica Conmutada de México.
2. Investigue el funcionamiento de los servicios digitales que proporciona la central de conmutación.
3. Leer la práctica.

EQUIPO.

- 2 equipos conmutador PBX 3X8 de Steren.
- 6 teléfonos con DTMF.

MATERIAL.

- 6 Cables telefónicos de 1 m. con plug - plug RJ11.
- 2 Cables telefónicos de 2 m. con plug - plug RJ11.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Establecimiento de una llamada

1. Seleccione 3 teléfonos con DTMF y conecte a cada uno un extremo de los cables con conector RJ11, el otro extremo del cable irá conectado a las extensiones **601**, **602** y **603** del **PBX A (conmutador A)**.
2. Con los 3 teléfonos sobrantes, realice la misma conexión para **PBX B (conmutador B)**.
3. Conectar un extremo del cable telefónico RJ11 a la entrada marcada como **Line1** del **conmutador A**, y el otro extremo a la extensión **608** del **Conmutador B**. Repetir el procedimiento, pero ahora de la entrada **Line1** del **conmutador B** a la entrada **608** del **Conmutador A**, tal y como se indica en la Figura 3.



Figura 3. Sistema de Comunicación propuesto.

4. Energice los dos conmutadores.
5. Levante los aparatos telefónicos DTMF y observe el indicador luminoso de los dos conmutadores. **Explique la importancia del número de directorio y la identidad de línea en ambos conmutadores. ¿Qué sucede con la extensión 608 y La línea 1?**
6. Levante la extensión **603** del **conmutador A**, digite **# * 93 835 #** y cuelgue.
7. Levante la extensión **601** del **conmutador A**, digite **603** escuche y cuelgue. **Anote sus comentarios.**
8. Nuevamente levante la extensión **601** del **conmutador A**, digite **835** escuche y cuelgue. **Explique lo sucedido al número de directorio y la identidad de línea.**
9. Levante la extensión **603** del **conmutador A**, digite **#* 9000#**, cuelgue y a continuación levante el auricular de la extensión **601**, marque **603** escuche y cuelgue. **Explique qué sucede con el número de directorio y la identidad de línea.**
10. Levante la extensión **601** del **conmutador B**, digite **9** escuche tono y digite **602**; escuche y conteste la llamada. **Anote sus comentarios.**

CUESTIONARIO.

1. Explique cómo funciona el registro de línea y qué relación tiene con la señalización de las centrales telefónicas.
2. ¿Qué función tiene presionar el botón 9, antes de establecer una llamada, en el punto 10 del procedimiento experimental?
3. Explique cómo se hace la conmutación utilizando o no, el dígito 9.
4. Describa el procedimiento para enlazar una llamada de la extensión **602** del **conmutador A** a la extensión **601** del **conmutador B**.
5. Describa el procedimiento para cambiar el número de la extensión **602** del **conmutador B**, y explique cómo se realizaría una llamada de la extensión **603** del **conmutador A** a la extensión que se configuró en el **conmutador B**.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.



OBJETIVOS.

- El alumno simulará la voz en una red de datos, con Teléfonos IP y realizará llamadas de prueba para verificar su correcta configuración y funcionamiento.
- Aprender a configurar una red simple con Router como gestor de llamada y Switch para enlazar teléfonos IP.
- Conocer los protocolos necesarios para hacer una llamada de voz sobre IP.

INTRODUCCIÓN.

El intercambio de información tradicionalmente se vio separado en redes que manejaban voz y redes que operaban con datos. Actualmente, existe un amplio conjunto de información que no puede simplificarse a solo voz y datos, ya que la información puede ser música, fotografía, video, TV, etc. Las redes tradicionales conservan ventajas y desventajas, pero la tecnología nos acerca a una convergencia, donde pueden convivir lo tradicional y todos los nuevos y complejos formatos información.

En el aspecto de la telefonía digital, nuestros sentidos continúan siendo analógicos, por lo que es necesario algunos artificios para digitalizar la voz. Se establecen CODEC's en la voz sobre IP para formar paquetes de voz y poder dirigirla sobre los procesos de IP.

La historia de la telefonía comienza con la primera línea telefónica y la primera central telefónica en 1878, en EEUU. Las redes telefónicas públicas conmutadas crecieron para el intercambio de voz, pero al estar distribuidas ampliamente en el planeta, atrajeron la atención para enviar datos de un extremo a otro. X.25 apareció en 1974. Frame relay y ATM fueron un desarrollo sucesivo en él envió de datos en lugar de la voz. La evolución a una red digital de servicios integrados, fue un atractivo interesante para él envió de voz y datos.

Las redes de datos comenzaron después de 1960, se hicieron exclusivamente para datos y, el intercambio de información instantánea se daba por medio de mensajes de texto. Después de 1990, comenzó a intentarse la voz sobre redes de datos, aunque, fracasaban por el ancho de banda tan reducido. La presente practica consiste en implementar una red virtual (VLAN) por medio del simulador de CISCO Packet Tracer. La red consta de dos teléfonos IP, un switch y un router que permite enlazar las diferentes redes por sus múltiples interfaces Ethernet.

ACTIVIDADES PREVIAS.

1. El alumno entregara un informe que contenga la explicación de los siguientes términos: Ethernet, MAC, SCCP, STP, PDU, TCP, RTP y ARP.
2. Leer Anexo B.

EQUIPO.

- Computadora con el Software **CISCO PACKET TRACER**.



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1. Abra una ventana de Packet Tracer.
2. Arme la siguiente topología de red mostrada en la Figura 1. Para realizar esta topología utilizaremos el **Router 2811**, **Switch 2960** y dos **teléfonos 7960**. Conecte los dispositivos con cable de conexión directa (**Copper straight-through**).

Figura 1. Topología de Red.

3. Seleccione cada teléfono con clic sobre ellos y elija la pestaña **"Physical"**, coloque el cable de alimentación a los Teléfonos IP arrastrando hasta el conector de alimentación, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Alimentación.

4. El Router se configura como **servidor DHCP** (Se le da dirección IP) para asignar direcciones IP a los teléfonos. Al situar el apuntador del mouse en el cable del Router, indicara la interface FastEthernet0/0 que tiene asignado. Seleccione el Router con clic y en la pestaña **CLI** se configura el servidor DHCP como sigue:

```
Router>enable  
Router# configure terminal  
Router(config)#interface FastEthernet0/0
```



```
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#end
```

5. El servidor DHCP se configura para voz, asignándole las redes que puede cubrir la red y la dirección del Router, en este caso conectado. La opción 150 da una forma de transferencia similar al FTP. Realicemos lo siguiente:

```
Router(config)#ip dhcp pool VOICE
Router(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.10.1
Router(dhcp-config)#option 150 ip 192.168.10.1
Router(dhcp-config)#end
```

6. Configure el servicio de gestión de llamadas en el Router. Servicio telefónico, número máximo de líneas telefónicas, máximo de teléfonos y la IP del Router donde se registran las líneas.

```
Router#configure terminal
Router(config)#telephony-service
Router(config-telephony)#max-dn 5
Router(config-telephony)#max-ephones 5
Router(config-telephony)#ip source-address 192.168.10.1 port 2000
Router(config-telephony)#auto assign 1 to 5
Router(config-telephony)#end
```

7. Se configura el switch como VLAN para tráfico de voz. Esta configuración separa el tráfico de datos y el de voz en diferentes VLAN en el switch.
8. De clic sobre el switch0 en la pestaña CLI e introduzca la siguiente configuración:

```
Switch>enable
Switch #configure terminal
Switch(config)#interface range fa0/1-5
Switch(config-if-range)#switchport mode Access
Switch(config-if-range)#switchport voice vlan 1
Switch(config-if-range)#end
```

9. Configure el número de Teléfono para los IP Phone en el Router:

```
Router#configure terminal
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 54001
Router(config-ephone-dn)#end
Router(config)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 54002
Router(config-ephone-dn)#end
```

10. Verifique la configuración. Realice una llamada de prueba descolgando uno de los teléfonos, marcando al opuesto y contestando. Se puede comunicar por medio de tonos y terminar la llamada como se aprecia en Figura 3.



Figura 3. Llamada de Prueba.

11. Cuelgue ambos teléfonos y cambie Packet Tracer a modo de simulación (esquina inferior derecha).

Figura 4. Modo Simulación

Nota: Para los siguientes pasos es importante que anote las acciones que se van desarrollando con mucho detalle, ya que es el proceso importante de señalización, y deben entregarse como reporte de las llamadas IP.

12. De clic en ambos teléfonos para ponerlos disponibles. **Descuelgue un teléfono** y verá una envoltura en la gráfica de la red y la ventana de eventos le informara la acción (arriba derecha): el dispositivo (IP phone), tipo de señalización y un cuadro de color en "info". De clic en el cuadro de color en "info"; se abre una ventana que le informa de las acciones que se realizan en las capas de salida y entrada del modelo OSI. Debajo encuentra las acciones y, dando "Next Layer", muestra la acción de cada capa del modelo OSI. Cuando termine de anotar las acciones que muestra cada "Next Layer" y que se originaron al descolgar el teléfono, **cierre la ventana.**
13. En el panel de simulación, dar clic a "Capture / Forward". Genera otro envoltorio en la ventana de trabajo, como el punto 12, informando las acciones que toman lugar. Seleccione el nuevo el cuadro de color "info", viendo y anotando las acciones que dan lugar dando "Next Layer", hasta ver la última capa del modelo OSI. **Cierre la ventana.**
14. Continúe dando clic a "Capture / Forward", verificando los "Next Layer" de cada captura. Se llegará al evento de escuchar el tono de marcación y deberá marcar el número del otro teléfono; también



15. Llegará al evento de descolgar el teléfono cuando sea llamado y así hasta establecer la llamada. Termine la llamada colgando cualquiera de los teléfonos.

CUESTIONARIO.

1. Explique con sus propias palabras, la diferencia del proceso entre señalización de una red conmutada y una red IP.
2. Explique si es posible conectar un teléfono IP a una red conmutada de telefonía pública.
3. ¿Por qué los paquetes de VoIP utilizan UDP como protocolo de transporte?
4. ¿Cuál es la diferencia entre un teléfono analógico a un teléfono IP?

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.



OBJETIVOS.

- El alumno simulara la voz de una red de datos a otra, con Teléfonos IP y realizara llamadas de prueba para verificar su correcto funcionamiento.
- Aprender a configurar una red que se comunique con otra red por medio de dos Routers como gestores de llamada y Switches para enlazar teléfonos IP.
- Conocer los protocolos necesarios para hacer una llamada de voz sobre IP entre redes.

INTRODUCCIÓN.

Los avances tecnológicos del siglo XXI, hacen que el intercambio de información se vuelva más eficiente y permanezca en constante evolución para involucrar además de voz y datos, video, redes sociales, televisión a nuevos formatos de información. La increíble velocidad y el aumento del ancho de banda, hacen más complejo el intercambio, manteniendo viejos esquemas y haciéndolos más eficientes y económicos. Es de importancia ya no solo hablar de voz y datos, sino agregar nuevos esquemas inalámbricos de transmisión.

La nueva tecnología se debe adaptar a los múltiples esquemas de protocolos, para interconectar o migrar las tecnologías que se van quedando como obsoletas y los que se incorporan, donde muchas veces no importa lo que se transmita ya que esa tarea se le dejan al dispositivo final, el teléfono móvil, la PC, etc, encargados de mantener al usuario comunicado como dispositivo final.

El formato de los paquetes no es todo, sino que requerimos darle inteligencia a nuestro proceso para manipular la información. La señalización es la clave en los servicios telefónicos que permite el control y gestión de los recursos de las múltiples redes de comunicación. Para hacerlo, se cuenta con los siguientes protocolos:

- ✓ H.323 estandarizados por la IUT-T
- ✓ SIP estandarizado por el grupo de trabajo de ingeniería de internet (IETF).
- ✓ SCCP propietario de CISCO.
- ✓ MEGACO Y MGCP protocolo ITU-IETF para IP-PSTN o IP-IP.

En la presente práctica utilizaremos SCCP, debido a que usamos el simulador Packet Tracer, que hace muy evidente el intercambio de información entre los dispositivos que forman las dos redes propuestas.

Los paquetes de voz se pueden transportar sobre IP o IP por Ethernet, Frame Relay, ATM o SONET. Para esta práctica se utilizará IP sobre Ethernet.

En esta práctica, emplearemos la misma red que se utilizó en la práctica anterior, pero agregando una red adicional con las mismas características. La comunicación en esta práctica, será entre dos redes. Se simulará el intercambio de información entre las dos redes, para analizar el intercambio de señales necesarias para establecer una comunicación. Ahora hablamos de intercambiar información entre dos redes de datos, pero, la actualidad nos habla de una convergencia, donde se puede comunicar una red de telefonía móvil con una red conmutada; también una red de datos con una red de televisión y, lo más importante, entre redes de diferente tecnología y servicios.



ACTIVIDADES PREVIAS.

1. El alumno entregará un informe que contenga la explicación de los siguientes términos: H.323, SIP, MEGACO, SCCP.

EQUIPO.

- Computadora con el software **CISCO PACKET TRACER**.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1. Abra una ventana de Packet Tracer.
2. Armar la topología de red que se muestra en la Figura 1. Seleccione **Routers 2811**, **Switches 2960** y cuatro **teléfonos 7960**. Conecte los dispositivos con cable de conexión directa (*Copper straight-through*). Entre los Routers se utilizará el cable (*Copper cross-over*).

Figura 1. Topología de Red.

3. La configuración es como en la práctica 6, pero ahora para dos redes: una llamada **CAMPO 1** y otra llamada **CAMPO 4**, con la siguiente configuración:

Red de **CAMPO 1**.

Cambie la etiqueta del Router con solo dar clic en Router 0 y 1, y escriba lo siguiente en la pestaña CLI:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router (config)#interface FastEthernet0/0
Router (config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router (config-if)#no shutdown
Router (config-if)#end
```



```
Router#configure terminal
Router (config)#ip dhcp pool VOICE
Router (dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
Router (dhcp-config)#default-router 192.168.10.1
Router (dhcp-config)#option 150 ip 192.168.10.1
Router (dhcp-config)#end

Router#configure terminal
Router (config)#telephony-service
Router (config-telephony)#max-dn 5
Router (config-telephony)#max-ephones 5
Router (config-telephony)#ip source-address 192.168.10.1 port 2000
Router (config-telephony)#auto assign 1 to 5
Router ((config-telephony)#end
```

Ahora se configurará el switch del **CAMPO 1** como sigue:

```
Switch>enable
Switch #configure terminal
Switch(config)#interface range fa0/1 – 5
Switch(config-if-range)#switchport mode Access
Switch(config-if-range)#switchport voice vlan 1
Switch(config-if-range)#end
```

Procederemos a agregar los números telefónicos del **CAMPO 1** como sigue:

```
Router #configure terminal
Router (config)#ephone-dn 1
Router (config-ephone-dn)#number 51001
Router (config-ephone-dn)#end
Router #configure terminal
Router (config)#ephone-dn 2
Router (config-ephone-dn)#number 51002
Router (config-ephone-dn)#end
```

Red de **CAMPO 4**. Cambie la etiqueta del Router con solo dar un clic en Router 0 y 1, y escriba lo siguiente en la pestaña CLI:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router (config)#interface FastEthernet0/0
Router (config-if)#ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
Router (config-if)#no shutdown
Router (config-if)#end
Router#configure terminal
Router (config)#ip dhcp pool VOICE
Router (dhcp-config)#network 192.168.40.0 255.255.255.0
Router (dhcp-config)#default-router 192.168.40.1
Router (dhcp-config)#option 150 ip 192.168.40.1
Router (dhcp-config)#end
Router#configure terminal
Router (config)#telephony-service
```



```
Router (config-telephony)#max-dn 5
Router (config-telephony)#max-ephones 5
Router (config-telephony)#ip source-address 192.168.40.1 port 2000
Router (config-telephony)#auto assign 1 to 5
Router (config-telephony)#end
```

Ahora se configurará el switch de **CAMPO 4** como sigue:

```
Switch>enable
Switch #configure terminal
Switch(config)#interface range fa0/1 – 5
Switch(config-if-range)#switchport mode Access
Switch(config-if-range)#switchport voice vlan 1
Switch(config-if-range)#end
```

Se agregan los números telefónicos del **CAMPO 4** como sigue:

```
Router #configure terminal
Router (config)#ephone-dn 1
Router (config-ephone-dn)#number 54001
Router (config-ephone-dn)#end
Router #configure terminal
Router (config)#ephone-dn 2
Router (config-ephone-dn)#number 54002
Router (config-ephone-dn)#end
```

4. Coloque el cable de alimentación a los Teléfonos IP. Seleccione cada teléfono y coloque la alimentación como sigue:

Figura 2. Alimentación en Teléfonos.

5. Para comunicar las dos redes se configurará el sistema como sigue:

Red de **CAMPO 1**.

Cambie la etiqueta del Router con solo dar clic en Router 0 y escriba lo siguiente en la pestaña CLI:



```
Router>enable
Router#configure terminal
Router (config)#interface FastEthernet0/1
Router (config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
Router (config-if)#no shutdown
Router (config-if)#end
```

```
Router#configure terminal
Router (config)#router eigrp 10
Router (config-router)#network 192.168.10.0
Router (config-router)#network 10.10.10.0
Router (config-router)#no auto-summary
Router (config-router)#end
```

```
Router#configure terminal
Router (config)#dial-peer voice 1 voip
Router (config-dial-peer)#destination-pattern 5400. "lleva un punto al final del 5400"
Router (config-dial-peer)#session target ipv4:10.10.10.2
Router (config-if)#end
```

Red de **CAMPO 4**.

Cambie la etiqueta del Router con solo dar clic en Router 1 y escriba lo siguiente en la pestaña CLI:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router (config)#interface FastEthernet0/1
Router (config-if)#ip address 10.10.10.2 255.255.255.252
Router (config-if)#no shutdown
Router (config-if)#end
```

```
Router#configure terminal
Router (config)#router eigrp 40
Router (config-router)#network 192.168.40.0
Router (config-router)#network 10.10.10.0
Router (config-router)#no auto-summary
Router (config-router)#end
```

```
Router#configure terminal
Router (config)#dial-peer voice 2 voip
Router (config-dial-peer)#destination-pattern 5100. "lleva un punto al final del 5100"
Router (config-dial-peer)#session target ipv4:10.10.10.1
Router (config-dial-peer)#end
```

6. Verifique la configuración de ambas redes. Realice una llamada de prueba descolgando uno de los teléfonos, marcando al opuesto y contestando. Se puede comunicar por medio de tonos y terminar la llamada.



Figura 3. Llamada de Prueba.

7. Cuelgue ambos teléfonos y cambie Packet Tracer a modo de simulación.

Figura 4. Modo Simulación.

Para los siguientes pasos es importante que anote las acciones que se van desarrollando con mucho detalle, ya que es el proceso importante de señalización, y deben entregarse como reporte de las llamadas IP.

8. De clic en un teléfono de campo 1 y uno de campo 4, para ponerlos disponibles **Descuelgue un teléfono** y verá una envoltura en la gráfica de la red y la ventana de eventos le informara la acción; el dispositivo (IP phone), tipo de señalización y un cuadro de color en "info". De clic en el cuadro de color en "info". Se abre una ventana que le informa de las acciones que se realizan en las capas de salida y entrada del modelo OSI. Debajo encuentra las acciones y, dando "Next Layer", muestra la acción de cada capa del modelo OSI. Cuando termine de anotar las acciones que muestra cada "Next Layer" y que se originaron al descolgar el teléfono, cierre la ventana.
9. En el panel de simulación, de un clic a "Capture / Forward", que origina eventos paso a paso para realizar una llamada.
10. Se genera otro envoltorio en la ventana de trabajo y que de manera similar al punto 8, le informa las acciones que toman lugar. Selección de nuevo cuadro de color en "info" y vea las acciones que dan lugar, dando "Next Layer", hasta ver la última capa del modelo OSI. **Cierre la ventana** al alcanzar la última capa.
11. Se continúa haciendo clic a "Capture / Forward", verificando los "Next Layer" de cada captura. Se llegará al evento de escuchar el tono de marcación y deberá marcar el número del otro teléfono; también llegará al evento de descolgar el teléfono cuando sea llamado y así hasta establecer la llamada. Termine la llamada colgando cualquiera de los teléfonos. En esta serie de eventos, se notará el evento de uso del protocolo H.323.



CUESTIONARIO.

1. ¿Cuál es la función de un servidor DHCP en la red?
2. ¿Si un teléfono no recibe información de un servidor DHCP, este podrá participar en la comunicación?
3. De acuerdo a la figura 7.1, ¿Cuál es la función que cumplen los 2 routers en la topología?
4. Explique con sus propias palabras, el protocolo que se requiere para iniciar la comunicación entre redes de diferente tecnología.
5. Explique las condiciones necesarias para que un teléfono IP se comunique con un teléfono analógico.
6. Investigue a que se refiere el termino QoS en telefonía IP.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.



Bibliografía.

- Arroyo Galán, Luis: Tecnología móvil. Aplicaciones GSM, UPRS, UMTS y WI-FI. Anaya Multimedia, Madrid, 2003.
- Bellamy John C., Digital Telephony (Wiley Series in Telecommunications, and Signal Processing), USA, 3rd edition, Wiley-Interscience, 2000.
- Bellamy, John. (1996). "Digital Telephony" Wiley, 1° edition, New York.
- CAMP, Ken, IP Telephony Demystified, USA, 1st edition, McGraw-Hill professional, 2002.
- Huidobro Moya, José Manuel, "Redes y Servicios de Telecomunicaciones" Thomson Paraninfo, 4ta edición, ISBN: 978842832922ª, 2006.
- Dood Annabel Z., The Essential Guide to Telecommunications, USA, 3rd edition, Prentice Hall PTR, 2001.
- Guillermo García Gallego, "Sistemas de telefonía" McGraw-Hill/Interamericana, 02 edición, ISBN:8448199723 ISBN-13:9788448199722, 224 páginas, 2005.
- Joseph A. Pecar, David A. GARBIN, The McGraw-Hill Telecom Factbook, USA, 2nd edition, McGraw-Hill Professional, 2000.

Bibliografía Complementaria.

- Bellamy John C., Digital Telephony. John Wiley & Sons.
- Freeman Roger, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones. Limusa.
- Stephen j. Bigelow, Understanding Telephone Electronics.
- Bear, Donald. Principles of Telecommunication Traffic Engineering. Peregrinus.



Anexo A.

Matlab Online

a usar **MATLAB ONLINE** es necesario entrar a la siguiente liga <https://www.software.unam.mx/producto/matlab/>, el cual es una página de la UNAM la cual pone a tu disposición como estudiante algunas aplicaciones gratuitas como MATLAB.

En esta página, encontraras instrucciones para descargarlo en tu computadora paso a paso, considere que en este laboratorio únicamente se requiere para realizar la práctica 4 por lo cual se sugiere el uso de MATLAB ONLINE.

Para disponer del software tendrá que Generar un **MathWorks Account** con tu correo terminación **comunidad.unam.mx**, en el siguiente link [Crear Cuenta de MathWorks](#).

Figura 1. Ventana para crear cuenta MathWorks.

Nota: Si aun no cuentas con tu cuenta UNAM, puedes entrar al siguiente link para poder solicitarlo <https://correocomunidad.unam.mx/registro>, llenar los campos que solicitan y en uno o dos días tendrás acceso a tu cuenta.

Figura 2. Ventana para crear cuenta comunidad.unam.mx.



Al crear tu cuenta en **MathWorks**, te enviarán un mensaje a tu correo con terminación comunidad.unam.mx, si no aparece en tu bandeja de entrada tendrás que revisar en spam y completar la información de tu perfil. En cuanto dispongas de tu cuenta, selecciona el icono que dice **MATLAB**.

Figura 3. Ventana para indicar icono MATLAB.

En este apartado encontraras disponibles cursos para aprender y profundizar más sobre las aplicaciones y usos de MATLAB.

Figura 4. Ventana para indicar icono MATLAB Online.



Identifique y seleccione el icono Matlab online, Figura 4 y tendrá acceso a la ventana de trabajo del mismo.

Donde:

1. **Command Window** – Es el área de texto donde escribiremos la mayoría de los comandos para realizar diferentes procesos.
2. **Current Folder** – Indica la raíz organización de los archivos que estamos trabajando y donde podemos elegir donde se guardaran los archivos para la mejor organización de nuestro trabajo.
3. **Workspace** – En esta área se mostrarán las variables y valores de trabajo que estemos utilizando.
4. **Área de Menús** con diferentes funciones.

Figura 5. Ventana de trabajo MATLAB.

Una de las funciones más importantes en el desarrollo de la práctica es crear un nuevo script, para esto deberá seleccionar el icono **New**.

Como en las actividades previas indica que el alumno debe contar previamente con el código, bastara seleccionar el icono **Open**, seguido de **Run**.

Figura 6. Icono New.



Figura 7. Icono Open y Run.

A continuación, se muestran algunos comandos de importancia.

Tabla 1. Comandos de importancia.



Anexo B.

Cisco Packet Tracer.

Es una herramienta que nos permite adquirir las habilidades necesarias para practicar la simulación de redes, sin necesidad de hardware. Está dirigida a estudiantes, ingenieros, educadores, etc. para la práctica, diseño y análisis del funcionamiento de una red. En la página <https://www.netacad.com/> podrá encontrar cursos introductorios, así como descargar la última versión de Packet Tracer.

Para obtener esta herramienta, Inicie sesión en Cisco NetAcad.com, puede inscribirse al curso "Getting Started with Cisco Packet Tracer" (Introducción a Cisco Packet Tracer).

Figura 1. Inscripción a curso "Getting Started with Cisco Packet Tracer".

Seleccione Module 1: Download and use Cisco Packet Tracer.

Figura 2. Modulo 1. Descarga y uso de Packet Tracer.

En [SkillsForAll.com](https://www.skillsforall.com/) podrá obtener información sobre cómo descargar, instalar y comenzar.



Figura 3. Link SkillsForAll.com para descarga.

Al entrar este apartado, deberá seleccionar la opción adecuada para las características de su computadora.

Figura 4. Versiones Packet Tracer disponibles.

Proceda a iniciar la instalación.

Figura 5. Packet Tracer en proceso de instalación.



Al concluir, inicie sesión en la opción de Cisco Skills For All

Figura 6. Icono Skills For All.

Ingresando **email y password**, obtendrá acceso con su usuario el cual podrá personalizar.

Figura 7. Ventana para iniciar sesión.



La última versión es Cisco Packet Tracer 8.2 es compatible con las siguientes plataformas: Microsoft Windows 8.1, 10, 11 (32 bits y 64 bits), Ubuntu 20.04 LTS (64 bits) y macOS 10.14 o más reciente (64 bits).

Para su instalación es recomendable contar con 4 GB de RAM libre y por lo menos 1.4 GB de espacio en disco libre.

Esta última versión, requiere de autenticación de usuario. Se requiere una cuenta de NetAcad.com o SkillsForAll.com para iniciar sesión al iniciar Cisco Packet Tracer.

Es de importancia mencionar que las versiones anteriores ya no son compatibles. Se recomienda actualizar la última versión de Cisco Packet Tracer para aprovechar las nuevas funciones, las mejoras de seguridad y las correcciones de errores.

Ya concluida la instalación podremos encontrar el icono en escritorio.

Figura 8. Icono Packet Tracer en escritorio.

Abrimos Cisco Packet Tracer, y encontramos la ventana de trabajo.

Figura 9. Ventana de trabajo Packet Tracer.



Donde se muestra de manera general algunas de sus herramientas y Menús.

Figura 10. Menús y herramientas Packet Tracer.

El símbolo > que aparece después del nombre del HOST, indica que se pueden ejecutar comandos en el Modo de usuario.

Algunos de los comandos disponibles en el **Modo de usuario** son los siguientes:

Tabla 1. Comandos Modo usuario.



En Modo de administrador se permite cambiar la configuración del router.
Algunos de los comandos disponibles en el **Modo de administrador** son los siguientes:

Tabla 2. Comandos Modo administrador.

En **Modo de configuración global** podrá cambiar parámetros de configuración del host interfaces y protocolos de enrutamiento.
Algunos de los comandos disponibles en este modo son los siguientes:

Tabla 3. Comandos Modo configuración global.



En **Modo de configuración de interfaz** se utiliza para configurar una interfaz del router, por ejemplo, para asignarle una dirección IP. Para acceder a este modo desde el Modo de configuración global hay que ejecutar el comando `interface` seguido del nombre de la interfaz que se desea configurar.

Algunos de los comandos disponibles para configurar las interfaces de red son los siguientes:

Tabla 4. Comandos Modo configuración de interfaz.

En **Modo de configuración de router** es posible establecer o modificar los parámetros de un determinado protocolo de enrutamiento. Para poder acceder a este modo, primero hay que habilitar el enrutamiento IP en el router desde el Modo de configuración global:

Algunos de los comandos que se pueden ejecutar en este modo con el protocolo RIP son los siguientes:

Tabla 5. Comandos Modo configuración de router.



A continuación, se muestra el **envió de Ping** para verificar el correcto funcionamiento de una red básica.

Figura 11. Envío de ping desde mi PC.

RECOMENDACIONES

- Es de importancia cuidar el equipo de laboratorio, en especial, puntas de generadores y osciloscopio. Así como tener precaución al desconectar los cables RJ-11.
- Así mismo se sugiere revisar el curso introductorio a Cisco Packet Tracer para una mejor comprensión de las practicas propuestas.

Figura 12. Introduccion a Cisco Packet Tracer.



REFERENCIAS.

<https://www.youtube.com/watch?v=8EJvyg0HPmc>

<https://www.netacad.com/>

<https://elportafoliodelasredes.wordpress.com/2015/07/29/comandos-basicos-para-trabajar-con-packet-tracer/>

https://www.udb.edu.sv/udb_files/recursos_guias/informatica-tecnologico/redes-de-comunicacion/2019/i/guia-2.pdf