 Universidad de los Andes	Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		
	Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		
	Gestión Administrativa de las Prácticas de Laboratorios Académicos		
	Guía de las Prácticas de Laboratorio		
Fecha: 26 de Agosto de 2022	Código: FOR-GPLA-GPL	Página: 1 de 3	Versión: 1.0

INFORMACIÓN BÁSICA						
Fecha de diligenciamiento (dd/mm/aaaa):		26/08/2022	Secciones		1-3	Periodo académico: 2022-20
Nombre del Curso:		Comunicaciones				
Nombre de la práctica:		Modulación FM				
Práctica No.:		3	Versión de la guía: (seguimiento a modificaciones)		1.0	
Profesor:	Felipe Forero Rodríguez		Asistentes Graduados:		Juan David Salcedo Rueda	
Semana de la práctica (1-16):		4	Nomenclatura del espacio a utilizar:			ML_012

CONTENIDO DE LA GUÍA

Objetivos

- Entender los conceptos relacionados a la modulación FM y aplicar dichos conceptos usando Matlab.
- Desarrollar un análisis completo respecto a los resultados teóricos y prácticos de la modulación FM.

Procedimiento de la práctica de laboratorio

Material de referencia

Para conocer más al respecto de esta práctica puede remitirse al capítulo 4, página 170 de [1] donde encontrará la información teórica relacionada con esta guía.

Primer punto: Construcción de una señal de Audio con notas musicales.

El sonido se puede representar mediante ondas sinusoidales variando tanto la amplitud como la frecuencia de una onda para obtener diferentes volúmenes y diferentes notas musicales. Como primera actividad para el desarrollo de esta práctica, ya que la modulación FM es ampliamente utilizada para la radiodifusión de la música y el habla, se propone construir una señal moduladora a partir de la siguiente tabla de frecuencias que contenga al menos 3 notas musicales.

Nota	Frecuencia (Hz)
Do	261,63
Re	293,66
Mi	329,63
Fa	349,23
Sol	392
La	440
Si	493,88
Do	523,25

1. Construya la una señal moduladora o mensaje con al menos 3 notas musicales y duración de 5 segundos
2. Escuche el mensaje mediante el comando **sound()** de Matlab y grafique la señal en tiempo y frecuencia.

Segundo punto: Modulación FM

1. Haciendo uso de los conceptos de modulación FM vistos en clase o plasmados en [1] desarrolle un script de Matlab o un diagrama de bloques en Simulink el cual funcione como un modulador Fm en donde usted defina la señal moduladora, la señal portadora y el índice de modulación. (se considerará un procedimiento incorrecto utilizar funciones simples de Matlab que modulen señales)
2. Utilice la solución del numeral anterior para modular el mensaje del **Primer punto** con los siguientes índices de modulación β :
 - $\beta < 1$
 - $3 < \beta < 5$
 - $5 < \beta < 10$

Grafique la señal modulada resultante tanto en dominio del tiempo como en frecuencia.

Tercer punto: Calculo de la desviación de frecuencia.

En teoría, el ancho de banda requerido para transmitir una onda en FM es infinito en extensión. Sin embargo, en la práctica, la onda de FM está efectivamente limitada a un número finito de frecuencias laterales significativas compatibles con una cantidad específica de distorsión. Por lo tanto, podemos basarnos en esta idea para especificar un ancho de banda efectivo requerido para la transmisión de una onda FM. [1]

Una regla aproximada para determinar el ancho de banda de transmisión de una onda FM es la regla de Carson. La relación empírica entre el índice de modulación β y la desviación de frecuencia Δf propuesta en la regla de Carson se puede apreciar en la siguiente ecuación:


$$\beta = 2\Delta f + fm = 2\Delta f(1 + \frac{1}{\beta})$$

1. Haciendo uso de la regla de Carson calcule la desviación de frecuencia de las señales moduladas en el **Segundo punto** para los 3 diferentes índices de modulación β
2. Compare los resultados teóricos del numeral anterior con los resultados obtenidos en el **Segundo punto** y responda a la pregunta **¿Qué relación puede observar entre el índice de modulación y el ancho de banda de la señal FM?**

ENTREGABLES:

- Informe en formato IEEE máximo 4 páginas en PDF.
- Scripts de MATLAB

Recuerde, los códigos deben estar comentados y ordenados, las gráficas deben ser legibles, con títulos y ejes. Estas deben exportarse correctamente de Matlab, la captura de pantalla de las gráficas será penalizada en la nota del informe.

 Universidad de los Andes	Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		
	Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica		
	Gestión Administrativa de las Prácticas de Laboratorios Académicos		
	Guía de las Prácticas de Laboratorio		
Fecha: 26 de Agosto de 2022	Código: FOR-GPLA-GPL	Página: 3 de 3	Versión: 1.0

1. S. Haykin & M. Moher, *Introduction to Analog & digital communications*, Wiley, 2007.
2. S. Haykin, *Digital Communication Systems*, Wiley, 2013.
3. Fast Fourier Transform," *Fast Fourier Transform*. [Online]. Available: <https://la.mathworks.com/help/matlab/ref/fft.html>.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Sección	Puntaje	Descripción
Introducción	0.5	Los estudiantes brindan una breve descripción de los conceptos y metodología empleados para la realización de la practica
Desarrollo	1.5	Los estudiantes aplican correctamente los conceptos correspondientes a la modulación FM
Resultados	1.5	Los estudiantes presentan resultados correctos que mediante un análisis adecuado evidencian el cumplimiento de los objetivos de la práctica.
Conclusiones	1	Los estudiantes resaltan los resultados tanto positivos como negativos y limitaciones que se presentaron durante la práctica.
Unidades	0.5	Los estudiantes manejan correctamente las unidades de medida de frecuencia y tiempo
Anexos		