|  |  |
| --- | --- |
| logo_Ingenieria_JPG.jpg | Universidad de Chile  Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  Departamento de Ingeniería Eléctrica  EL3003 – Laboratorio de Ingeniería Eléctrica |

Informe Laboratorio

Modulación de Frecuencia FM

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre Alumno :** | Insertar |
|  | Insertar |
|  | Insertar |
| **Profesor :** | Insertar |
| **Profesor Auxiliar :** | Insertar |
| **Fecha :** | Insertar |
|  | Santiago, Chile. |

Contenido

[1. Introducción 1](#_Toc236645645)

[2. Datos Experimentales 2](#_Toc236645646)

[2.1. Principio de la Modulación de Frecuencia FM 2](#_Toc236645647)

[2.2. Conceptos de la Variación de Frecuencia y la Variación de Fase. 3](#_Toc236645648)

[2.2.1. Señal moduladora de onda cuadrada 3](#_Toc236645649)

[2.2.2. Índice de Modulación 4](#_Toc236645650)

[2.2.3. Ángulo de Fase 4](#_Toc236645651)

[2.3. Variación de la Frecuencia en la Señal Moduladora. 5](#_Toc236645652)

[2.4. Demodulación FM. 6](#_Toc236645653)

[3. Análisis 8](#_Toc236645654)

[3.1. Principio de la Modulación de Frecuencia FM 8](#_Toc236645655)

[3.2. Conceptos de Variación de Frecuencia y Variación de Fase 8](#_Toc236645656)

[3.3. Variación de Frecuencia de la Señal Moduladora 10](#_Toc236645657)

[3.4. Demodulación FM 11](#_Toc236645658)

[4. Conclusiones 13](#_Toc236645659)

# Introducción

|  |
| --- |
| Alumno:  Complete la introducción, con al menos los siguientes aspectos.   * Usos y aplicaciones modulación de frecuencia FM. * Por qué y para qué se usan. * Ventajas, desventajas, beneficios, características. * Otros. * ¿Qué espera lograr al final de la experiencia? |

# Datos Experimentales

Complete las tablas y gráficos que a continuación se presentan con los datos que ha obtenido en sus mediciones. Incluya escalas y magnitudes correspondientes en sus gráficos.

## Principio de la Modulación de Frecuencia FM

Grafique los oscilogramas de las señales portadora, moduladora y modulada, identificando claramente cada señal. Grafique en la misma figura. Reconozca la “Región de ampliación” y la “Región de Comprensión” en su diagrama. Complete la tabla adjunta con los valores relevantes de cada señal.

Gráfico - Señal portadora, moduladora y modulada FM.

Tabla 1.1 – Señales Modulación FM.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uportada  [V] | fportada  [Hz] | Umoduladora  [V] | fmoduladora  [Hz] | Umodulada  [V] | fmodulada  [Hz] |
|  |  |  |  |  |  |

## Conceptos de la Variación de Frecuencia y la Variación de Fase.

### Señal moduladora de onda cuadrada

Grafique los oscilogramas de las señales portadora, moduladora y modulada al cambiar la señal moduladora a una señal cuadrada. Identifique claramente cada señal. Grafique en la misma figura. Reconozca la “variación de fase” en su diagrama.

Gráfico - Señal portadora, moduladora y modulada FM, con moduladora de onda cuadrada.

### Índice de Modulación

Complete la siguiente la tabla con los índices de modulación y ancho de banda de las distintas señales observadas en esta sección.

Tabla 2.1 – Índice de Modulación.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uportadora  [V] | fportadora  [Hz] | Umoduladora  [V] | fmoduladora  [Hz] | Índice de Modulación  m | Ancho de Banda  B |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

### Ángulo de Fase

Comente lo observado con respecto al ángulo de fase. Explicite sus cálculos.

|  |
| --- |
|  |

## Variación de la Frecuencia en la Señal Moduladora.

Grafique los oscilogramas de las señales portadora, moduladora y modulada, identificando claramente cada señal. Grafique en la misma figura. Reconozca la “Región de ampliación” y la “Región de Comprensión” en su diagrama. Complete la tabla adjunta con los valores relevantes de cada señal.

Gráfico - Señal portadora, moduladora y modulada FM.

Tabla 3.1 – Señales Modulación FM.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uportadora  [V] | fportadora  [Hz] | Umoduladora  [V] | fmoduladora  [Hz] | Umodulada  [V] | fmodulada  [Hz] |
|  |  |  |  |  |  |

## Demodulación FM.

Grafique el oscilograma de las señales moduladora, modulada y demodulada. Destaque cualquier aspecto que le parezca relevante. Complete la tabla adjunta con los valores relevantes de cada señal.

**Gráfico 2.4.1 - Señal demodulada FM.**

Tabla 4.1 – Señales Demodulación FM.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Umoduladora  [V] | fmoduladora  [Hz] | Udemodulada  [V] | fdemodulada  [Hz] |
|  |  |  |  |

Grafique comparativamente la señal en la clavija de prueba **ϕ** del demodulador y la señal en la entrada del mismo.

**Gráfico 2.4.2 - Señales de prueba y entrada al demodulador.**

# Análisis

## Principio de la Modulación de Frecuencia FM

Comente los resultados obtenidos y explique los términos “Frecuencia instantánea” tanto en el caso de la señal moduladora, como en el de la señal modulada.

|  |
| --- |
|  |

## Conceptos de Variación de Frecuencia y Variación de Fase

Refiriéndose a la señal de salida, explique el término “Variación de frecuencia”; explique cómo puede calcularse y estime su valor. ¿Por qué en este ejercicio es más conveniente una señal AF de onda cuadrada?

|  |
| --- |
|  |

¿Cómo cambia la señal en la salida del modulador al reducir la amplitud de la señal AF? ¿Cómo cambia al incrementar la frecuencia de la señal AF?

¿Qué efectos tiene la variación de frecuencia y la frecuencia de modulación en el índice de modulación?

¿Cómo afecta el índice de modulación al valor de ancho de banda necesario para transmitir una señal de frecuencia modulada?

|  |
| --- |
|  |

Comente los resultados obtenidos, relacionándolos con la modulación realizada en la práctica con voz y música.

|  |
| --- |
|  |

Considere la señal de salida en la primera parte de este ejercicio con el generador AF apagado. ¿Cuál es la respuesta del ángulo de fase? Use la fórmula ϕ = ωt = 2π*f* t

|  |
| --- |
|  |

Qué ocurre, en términos de fase, a la salida del modulador al tener una amplitud de la señal AF de 0,5 Vpp. Comente.

|  |
| --- |
|  |

## Variación de Frecuencia de la Señal Moduladora

Discuta la diferencia de resultados con la sección 2.1. ¿Qué nombre se le da a la diferencia entre el ángulo de fase y una señal no modulada?

|  |
| --- |
|  |

¿Por qué, en modulación de frecuencia, es importante el parámetro ángulo de fase?

|  |
| --- |
|  |

¿Qué otros nombres son usados para AF por el curso característico de su fase?

|  |
| --- |
|  |

## Demodulación FM

Describa y comente los resultados medidos.

|  |
| --- |
|  |

Explique el principio de un demodulador coincidente.

|  |
| --- |
|  |

Compare y discuta las diferencias entre la señal en la entrada del demodulador y la señal en la clavija de prueba del demodulador.

|  |
| --- |
|  |

Explique los resultados medidos con respecto al funcionamiento básico del demodulador.

|  |
| --- |
|  |

# Conclusiones

|  |
| --- |
|  |