

**DESARROLLO DE MODULOS DIDACTICOS PARA LA IMPLEMENTACION DE
PRACTICAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA COMUNICACIONES**

**CAMILO ANDRES ALDANA COTES
RODNEY GENTIL BOLAÑOS LOPEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRONICA
2009**

**DESARROLLO DE MODULOS DIDACTICOS PARA LA IMPLEMENTACION DE
PRACTICAS DE LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA COMUNICACIONES**

**CAMILO ANDRES ALDANA COTES
RODNEY GENTIL BOLAÑOS LOPEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el titulo
de Ingenieros Electrónico**

DIRECTOR: JOHN JAIRO RAMIREZ ECHEVERRY

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELECTRONICA
BOGOTA D.C.**

2009

AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros John Jairo Ramírez y Julián Herrera por su valiosa colaboración y su incondicional asesoría en este proyecto.

A todos los docentes que durante nuestra carrera universitaria nos impartieron los conocimientos necesarios para concebir y desarrollar este proyecto satisfactoriamente.

A nuestros amigos y compañeros, que gracias a su ayuda en momentos difíciles nos dieron las fuerzas para seguir adelante y no desfallecer en nuestro propósito.

A nuestros padres que con tanto esfuerzo supieron guiarnos diariamente durante el transcurso de la carrera.

GLOSARIO

MODULACION: En telecomunicación el término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

AMPLITUD: En física la amplitud de un movimiento oscilatorio, ondulatorio o señal electromagnética es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasiperiódicamente en el tiempo.

FRECUENCIA: Frecuencia es una medida para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en la unidad de tiempo. Para calcular la frecuencia de un evento, se contabilizan un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido.

FASE: El desfase entre dos ondas es la diferencia entre sus dos fases. Habitualmente, esta diferencia de fases, se mide en un mismo instante para las dos ondas, pero no siempre en un mismo lugar del espacio.

AMPLITUD MODULADA: AM es el acrónimo de Amplitude Modulation (Amplitud modulada), la cual consiste en modificar la amplitud de una señal de alta frecuencia, denominada portadora, en función de una señal de baja frecuencia, denominada moduladora, la cual es al señal que contiene la información que se desea transmitir. Entre los tipos de modulación AM se encuentra la modulación de doble banda lateral con portadora (DSBFC).

RESUMEN

En este proyecto de grado se desarrollaron módulos didácticos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio en la materia comunicaciones. A través de este proyecto se pretende mejorar y hacer mas dinámica la realización de las mismas, mediante la elaboración de dispositivos de alta tecnología y fácil uso, fabricados por estudiantes para estudiantes, lo que garantiza su calidad. El desarrollo de estos módulos pretende continuar con la tarea que se han propuesto las mas prestigiosas universidades del mundo en lo que es una nueva tendencia mundial: reemplazar los muchas veces aburridos y monótonos libros de texto que en la practica no son capaces de cumplir una adecuada labor pedagógica, y transformar el modelo educativo establecido por los cánones de la enseñanza y utilizar las nuevas herramientas tecnológicas que en el siglo XXI no se pueden desconocer y que permiten mayor dinamismo en el aprendizaje de contenidos al permitir el uso de: videos, animaciones, sonidos, simulaciones y muchas otras herramientas que en el caso especifico de la Electrónica resultan fundamentales para lograr un aprendizaje integral de los contenidos y saliendo del tradicional modelo de la ecuación matemática como base para entender una teoría. Es así que en este trabajo se desarrollan específicamente módulos interactivos desarrollados en el software LABVIEW y materializados a traves de unos dispositivos que permiten al estudiante mayor interactividad y eficacia en el aprendizaje de contenidos al permitirle manipular y transformar distintos parámetros en una modulación y analizar sus efectos alrededor de un entorno de variables controladas por el usuario.

Modulación, módulo didáctico, ancho de banda, pedagogía.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pag. |
|--|------|
| INTRODUCCION | 1 |
| METODOLOGIA | 2 |
| 1. CAPITULO 1 | |
| a. MODULACION FM | 3 |
| 1.1.2 Características de FM | 3 |
| 1.1.3 <i>FM de Banda Angosta y FM de Banda Ancha</i> | 9 |
| 1.2 MODULACION FSK | 11 |
| 1.2.1 FSK de banda reducida | 13 |
| 1.2.2 FSK de banda ancha | 15 |
| 1.2.3 Transmisor de FSK | 15 |
| 1.2.4 Consideraciones de ancho de banda del FSK | 16 |
| 1.2.5 Receptor de FSK | 18 |
| 1.2.6 Transmisión de desplazamiento mínimo del FSK | 19 |
| 2. CAPITULO 2 | |
| 2. 1 MODULO FSK | 20 |
| 2.1.1 Hardware | 20 |
| 2.1.2 Módulos disponibles en el mercado | 20 |
| 3. CAPITULO 3 | |
| 3.1 DESARROLLO DE LOS MODULOS | 26 |
| 3.1.1 Módulo de am/fm | 28 |
| 3.1.1.1 Diagrama de bloques | 28 |
| 3.1.2 Módulo FSK | 37 |
| 3.1.2.1 Diagrama de bloques | 37 |
| 3.1.3 Especificaciones | 40 |
| 3.1.4 Características | 40 |
| 3.1.5 Restricciones | 40 |

| | |
|--|----|
| 3.1.6 Recomendaciones de seguridad | 41 |
| 3.1.7 Instalación | 42 |
| 4. CAPITULO 4 | |
| 4.1 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN AM/FM | 43 |
| 4.1.1 Sección amplitud modulada (AM) | 44 |
| 4.1.1.1 Señal externa | 44 |
| 4.1.1.2 Ayuda | 45 |
| 4.1.1.3 Señal interna | 47 |
| 4.1.2 Sección frecuencia modulada (FM) | 48 |
| 4.1.2.1 Transmisor FM | 48 |
| 4.1.2.2 Aplicación integrada | 49 |
| 4.1.2.3 Problemas frecuentes | 50 |
| 4.2 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN FSK/PCM | 52 |
| 4.2.1 Sección Frequency Shift Keying (FSK) | 54 |
| 4.2.1.1 Señal externa | 54 |
| 4.2.1.2 Señal interna | 55 |
| 4.2.2 Sección Pulse Code Modulation (PCM) | 56 |
| 4.2.2.1 Aplicación Integrada | 56 |
| 4.2.2.2 Problemas frecuentes | 57 |
| 5. ANEXOS | |
| 5.1 PRACTICA No. 1 | 59 |
| 5.2 PRACTICA No. 2 | 62 |
| 5.3 PRACTICA No. 3 | 65 |
| 5.4 PRACTICA No. 4 | 68 |
| 5.5 PRACTICA No. 5 | 71 |
| 5.6 PRACTICA No. 6 | 74 |
| 5.7 PRACTICA No. 7 | 77 |
| CONCLUSIONES | 79 |
| BIBLIOGRAFIA | 80 |

INTRODUCCIÓN

Muchas de las universidades en Colombia y en otros países están interesadas en tener dentro de sus equipos de laboratorio módulos didácticos con los cuales los estudiantes puedan experimentar sin temor a equivocarse, ganando de esta manera experiencia en los conceptos enseñados en el salón de clase. Existen entonces, módulos para casi todas las materias en ingeniería, especialmente en control y comunicaciones; conceptos básicos como la modulación AM, FM, FSK y PCM sabemos que llevan mucho tiempo desde que se implementaron, sin embargo para seguir avanzando en la tecnología actual es necesario conocer perfectamente esta teoría, tenerla siempre presente en la vida profesional de cualquier ingeniero en electrónica; es por eso que decidimos realizar módulos para que a los estudiantes le quede claro y sobre todo para que no se les olvide cuáles son los orígenes de las comunicaciones.

Con un tratamiento de simulación y otro práctico, creemos, es la mejor manera de afianzar estos conceptos en un ambiente divertido para todo aquel que se interese por las comunicaciones.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, primero se debe analizar lo que cada práctica de laboratorio requiere exactamente: qué se espera que los estudiantes hagan y experimenten con cada una de las prácticas. Por otra parte, se examinará cuáles son las necesidades de los estudiantes, cuáles son las dificultades más frecuentes y los vacíos o falencias que más los afectan. Esto se hará mediante sondeos y encuestas a estudiantes que ya la hayan cursado. Seguidamente se debe realizar un análisis de las soluciones disponibles en el mercado y la forma de mejorarlas, después se hará un diseño preliminar de cada una de las prácticas, en el que se establezcan inicialmente los procedimientos que se deben realizar en cada una. A continuación, se realizará una investigación de los recursos disponibles en el mercado para el montaje y fabricación de los módulos. Posteriormente se realizará el diseño y montaje final y por último se escribirá y recopilará la documentación de cada módulo.

MARCO TEORICO

I. FUNDAMENTO TEORICO

1.1 MODULACION FM

1.1.2 CARACTERISTICAS DE FM

El primer sistema operativo de comunicación radiofónica fue descrito por el inventor norteamericano Edwin H. Armstrong en 1936.

La frecuencia modulada posee varias ventajas sobre el sistema de modulación de amplitud (AM) utilizado alternativamente en radiodifusión. La más importante es que al sistema FM apenas le afectan las interferencias y descargas estáticas. Algunas perturbaciones eléctricas, como las originadas por tormentas o sistemas de encendido de los automóviles, producen señales de radio de amplitud modulada que se captan como ruido en los receptores AM.

Las características principales de la frecuencia modulada son: su modulación y su propagación por ondas directas como consecuencia de su ubicación en la banda de frecuencia de VHF.

La modulación en frecuencia consiste en variar la frecuencia de la portadora proporcionalmente a la frecuencia de la onda moduladora (información), permaneciendo constante su amplitud. A diferencia de la AM, la modulación en frecuencia crea un conjunto de complejas bandas laterales cuya profundidad (extensión) dependerá de la amplitud de la onda moduladora. Como consecuencia del incremento de las bandas laterales, la anchura del canal de la FM será más grande que el tradicional de la onda media, siendo también mayor la anchura de banda de sintonización de los aparatos receptores (especie de “puerta electrónica

“de los aparatos receptores que permite que pase a la etapa de demodulación una determinada anchura de señal). La principal consecuencia de la modulación en frecuencia es una mayor calidad de reproducción como resultado de su casi inmunidad hacia las interferencias eléctricas. En consecuencia, es un sistema adecuado para la emisión de programas (música) de alta fidelidad.

Las características derivadas de su mayor anchura de canal no son consecuencia directa de la tecnología de FM (aunque este tipo de modulación necesita un mayor consumo de espectro), sino de una decisión política de comunicación. Cuando se desarrolló la frecuencia modulada, la banda de MF (tradicional en los servicios de radio) estaba completamente saturada, por lo que se adjudicó la banda de VHF, espectro que ofrecía grandes posibilidades de expansión para los nuevos servicios de radiodifusión. La televisión también se aprovechó de la saturación de media frecuencia. La ausencia de una limitación de la banda de VHF y el ánimo de otorgar a la FM la posibilidad de emitir programación de alta fidelidad, hizo que los canales de frecuencia modulada tuvieran una capacidad muy superior a sus necesidades. Aunque la anchura de los canales depende de decisiones concretas de cada Estado, la mayoría de las naciones han adjudicado a la FM unos canales con una anchura entre 100 y 200 KHz. Si consideramos que todo el espectro de audiofrecuencia necesita una amplitud de 20 KHz, podemos concluir que un canal de FM puede emitir simultáneamente por medio de una multiplexión de frecuencias entre cinco y diez canales completos de alta fidelidad (esta división no es exacta ya que se necesita la ubicación de frecuencias de separación entre cada una de las señales).

La propagación de la banda de VHF (al igual que la UHF y frecuencias superiores) se realiza por medio de las llamadas ondas directas o espaciales, que se caracterizan por su direccionalidad y, en consecuencia, su limitada cobertura (las ondas directas se pierden en el espacio cuando confluyen con la línea del horizonte). Esta direccionalidad hace que las señales de FM puedan ser fácilmente absorbidas o “apagadas” por los obstáculos que encuentra en su trayectoria. La banda de VHF tiene un índice de refracción atmosférica (pequeño

declive que hace que su cobertura máxima sea superior al simple horizonte óptico) superior a las bandas de frecuencia más altas (UHF por ejemplo) y en consecuencia pueden alcanzar mayores coberturas. A pesar de la refracción troposférica, la propagación de la banda de VHF se caracteriza por su pequeña cobertura, comparada con la alcanzada por la AM, como consecuencia de la direccionalidad de las ondas directas o espaciales.

Su pequeña cobertura convierte a la frecuencia modulada en un servicio de radio fundamentalmente local (el empleo de repetidores puede incrementar su cobertura). La escasa longitud de onda de esta banda de frecuencia hace que las antenas sean de pequeñas dimensiones y consecuentemente tengan una polarización horizontal. Sus semejanzas con las antenas de televisión (en longitud y polarización) produce que en la mayoría de los hogares la antena de FM esté incorporada en la propia antena de TV, y en definitiva las antenas de televisión sirvan para la captación de señales de modulación en frecuencia.

Las dificultades de recepción de la FM en los automóviles (generalmente antenas de polarización vertical) ha motivado que las estaciones de frecuencia modulada empleen con frecuencia antenas diseñadas para radiar la señal en ambos planos, horizontal y vertical. Estas antenas, denominadas de polarización circular, permiten que los receptores capten la misma intensidad de señal independientemente de la polarización de la antena receptora.

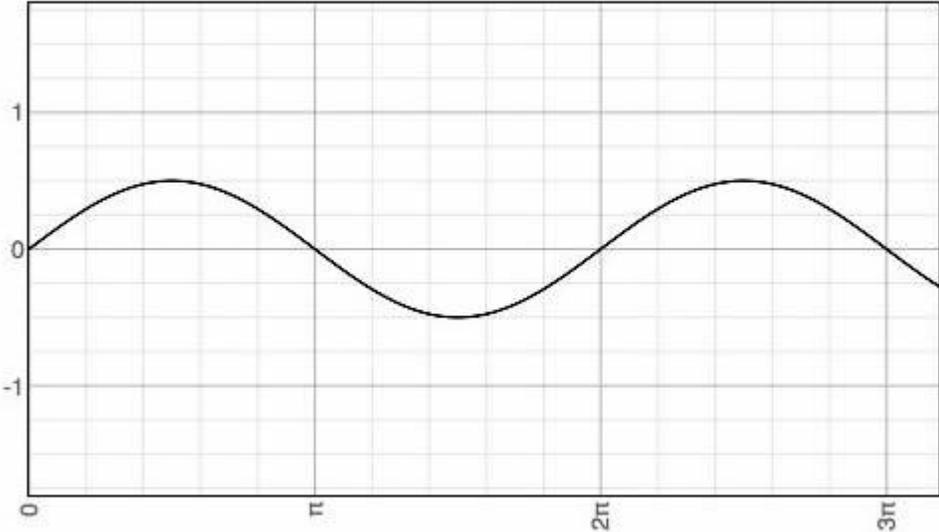
La propagación de la señal de la frecuencia modulada debe ser en línea de vista.

Las torres solo sirven para soporte de las antenas irradiantes.

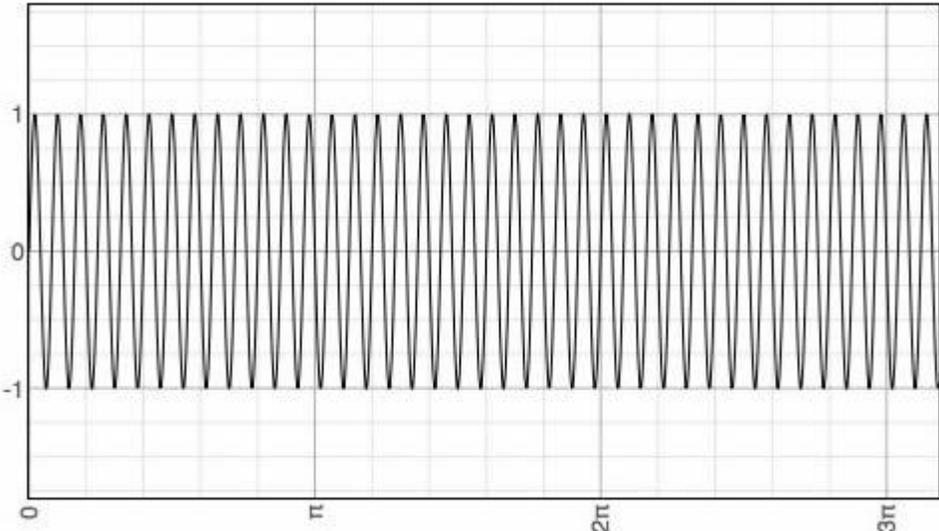
Deben normarse que las plantas transmisoras se ubiquen fuera del perímetro urbano.

Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial.

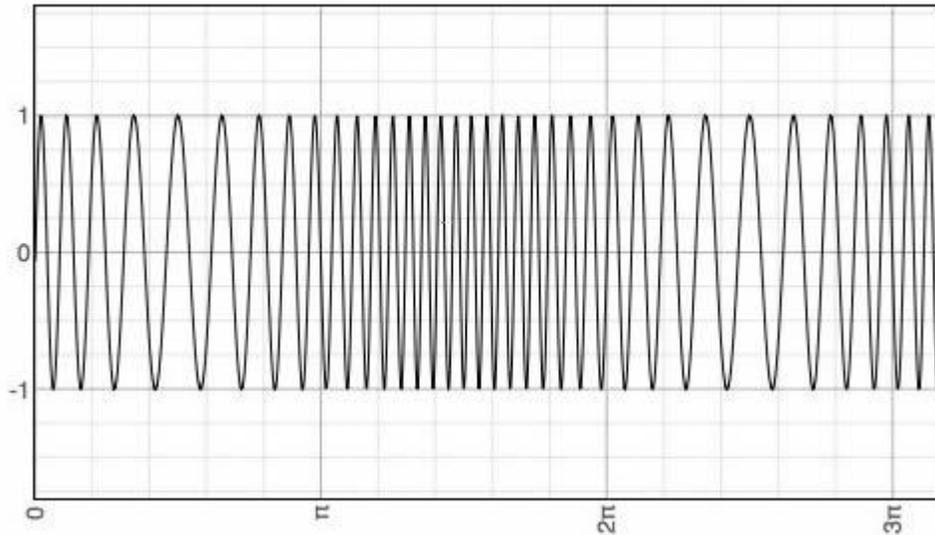
En este caso la señal modulada mantendrá fija su amplitud y el parámetro de la señal portadora que variará es la frecuencia, y lo hace de acuerdo a como varíe la amplitud de la señal moduladora.



Señal Moduladora (Datos)



Señal Portadora



Señal Modulada

La expresión matemática de la señal portadora, está dada por:

$$(1) v_p(t) = V_p \text{sen}(2\pi f_p t)$$

Donde V_p es el valor pico de la señal portadora y f_p es la frecuencia de la señal portadora.

Mientras que la expresión matemática de la señal moduladora está dada por:

$$(2) v_m(t) = V_m \text{sen}(2\pi f_m t)$$

Siendo V_m el valor pico de la señal moduladora y f_m su frecuencia.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, la frecuencia f de la señal modulada variará alrededor de la frecuencia de la señal portadora de acuerdo a la siguiente expresión

$$f = f_p + \Delta f \text{sen}(2\pi f_m t)$$

por lo tanto la expresión matemática de la señal modulada resulta

$$v_p(t) = V_p \text{sen}[2\pi (f_p + \Delta f \text{sen}(2\pi f_m t)) t]$$

Δf se denomina desviación de frecuencia y es el máximo cambio de frecuencia que puede experimentar la frecuencia de la señal portadora. A la variación total de frecuencia desde la más baja hasta la más alta, se la conoce como oscilación de portadora.

De esta forma, una señal moduladora que tiene picos positivos y negativos, tal como una señal senoidal pura, provocara una oscilación de portadora igual a 2 veces la desviación de frecuencia.

Una señal modulada en frecuencia puede expresarse mediante la siguiente expresión

$$v(t) = V_p \operatorname{sen} \left(2\pi f_p t + \frac{\Delta f}{f_m} \cos(2\pi f_m t) \right)$$

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Se denomina índice de modulación a:

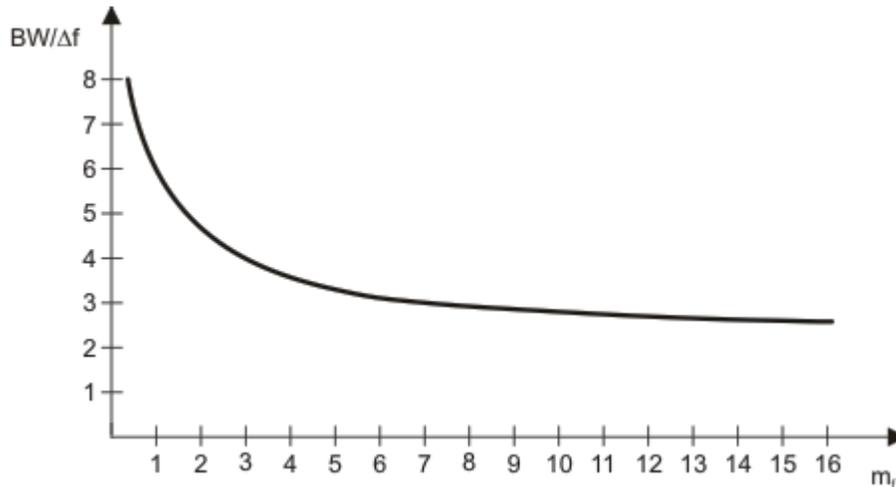
Se denomina porcentaje de modulación a la razón entre la desviación de frecuencia efectiva respecto de la desviación de frecuencia máxima permisible.

$$\text{Porcentaje de modulación} = \frac{\Delta f_{\text{efectiva}}}{\Delta f_{\text{máxima}}} \cdot 100$$

Al analizar el espectro de frecuencias de una señal modulada en frecuencia, observamos que se tienen infinitas frecuencias laterales, espaciadas en f_m , alrededor de la frecuencia de la señal portadora f_p ; sin embargo la mayor parte de las frecuencias laterales tienen poca amplitud, lo que indica que no contienen cantidades significativas de potencia.

El análisis de Fourier indica que el número de frecuencias laterales que contienen cantidades significativas de potencia, depende del índice de modulación de la señal modulada, y por lo tanto el ancho de banda efectivo también dependerá de dicho índice.

Schwartz desarrollo la siguiente gráfica para determinar el ancho de banda necesario para transmitir una señal de frecuencia modulada cuando se conoce el índice de modulación.



En la construcción de la gráfica se ha empleado el criterio práctico que establece que una señal de cualquier frecuencia componente, con una magnitud (tensión) menor de 1% del valor de la magnitud de la portadora sin modular, se considera demasiado pequeña como para ser significativa.

1.1.3 FM de Banda Angosta y FM de Banda Ancha

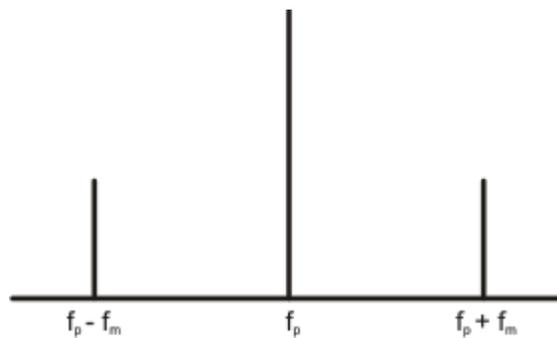
Al examinar la curva obtenida por Schwartz, se aprecia que para altos valores de m_f , la curva tiende a la asíntota horizontal, mientras que para valores bajos de m_f tiende a la asíntota vertical. Un estudio matemático detallado indica que el ancho

de banda necesario para transmitir una señal FM para la cual $m_f < \frac{\pi}{2}$, depende principalmente de la frecuencia de la señal moduladora y es totalmente independiente de la desviación de frecuencia. Un análisis más completo demostraría que el ancho de banda necesario para transmitir una señal de FM, en

la cual $m_f < \frac{\pi}{2}$, es igual a dos veces la frecuencia de la señal moduladora.

$$BW = 2 f_m \text{ para } m_f < \frac{\pi}{2}$$

De igual manera que en AM ya a diferencia de lo que ocurre para FM con $m_f > \frac{\pi}{2}$, por cada frecuencia moduladora aparecen dos frecuencias laterales, una inferior y otra superior, a cada lado de la frecuencia de la señal portadora y separadas en f_m de la frecuencia de la portadora. Dado lo limitado del ancho de banda cuando $m_f < \frac{\pi}{2}$, se la denomina FM de banda angosta, mientras que las señales de FM donde $m_f > \frac{\pi}{2}$, se las denomina FM de banda ancha.



Los espectros de frecuencia de AM y de FM de banda angosta, aunque pudieran parecer iguales, por medio del análisis de Fourier se demuestra que las relaciones de magnitud y fase en AM y FM son totalmente diferentes

En FM de banda ancha se tiene la ventaja de tener menor ruido.

En FM el contenido de potencia de la señal portadora disminuye conforme aumenta m_f , con lo que se logra poner la máxima potencia en donde está la información, es decir en las bandas laterales.

1.2 MODULACION FSK

El FSK (Frequency-shift keying) es un tipo de modulación de frecuencia cuya señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía entre valores predeterminados.

En los sistemas de modulación por salto de frecuencia, FSK, la señal moduladora hace variar la frecuencia de la portadora, de modo que la señal modulada resultante codifica la información asociándola a valores de frecuencia diferentes.

La función:

$$A \sin 2\pi f(t \pm \Delta f)t,$$

Cuando la moduladora es binaria. El signo \pm depende de que el bit a transmitir sea el cero o el uno: $f_1 = f + \Delta f$, $f_0 = f - \Delta f$.

Esta señal FSK es una senoide de amplitud constante A , que “salta” entre dos frecuencias diferentes f_0 y f_1 .

El salto de frecuencia Δf alrededor de la frecuencia central f de la portadora, se denomina genéricamente en cualquier sistema de FM “desviación de frecuencia” y es un valor constante del que depende el ancho de banda de la señal modulada.

El modulador más simple de FM es un conmutador que selecciona entre dos portadoras de frecuencias f_0 y f_1 al ritmo que marca la señal moduladora.

Este tipo de modulación por conexión y desconexión se denomina “conmutación de variación de frecuencia” o “conmutación de variación de portadora”.

La expresión general de una señal FSK cuando la moduladora $X(t)$ utiliza un código multinivel es: $A \sin 2\pi (f + X(t) \Delta f)t$

El que la amplitud de la señal modulada sea constante y que la información se codifique con valores de frecuencia, hace que la señal FSK sea casi inmune al ruido aditivo del canal, dado que éste afecta sobre todo a la amplitud.

La modulación ASK tiene el inconveniente de que es muy sensible al ruido que se acumula a lo largo del canal, por lo que la relación señal-ruido (S/N) a la entrada del receptor puede ser tan baja, que la probabilidad de error no sea tolerable. Esta es la causa por la que no se utiliza la modulación ASK para transmitir datos a alta velocidad a menos que el medio de transmisión garantice una adecuada S/N, como en el caso de la fibra óptica.

Sin embargo, a la modulación FSK no le afecta el ruido aditivo del canal, dado que la señal modulada codifica la información con los cambios de frecuencia, es decir, el receptor sólo tiene que contar el número de cruces por cero de la señal que recibe. Por tanto, suprime el ruido simplemente recortando la amplitud de la señal FSK, sin que ello afecte a la información.

Sólo cuando el nivel de ruido es tan alto que llega a forzar el paso por cero de la señal, es cuando se producen errores. Esto es tanto como suponer que $S/N = 0\text{dB}$, es decir, $S = N$.

El comportamiento frente al ruido de las señales moduladas en frecuencia es mucho mejor que el de las señales moduladas en amplitud, pero a cambio, el ancho de banda de las señales FM es mayor que el de las señales AM.

1.2.1 FSK de banda reducida

Recibe también el nombre de banda angosta. Se tiene cuando la variación de frecuencia de la señal modulada da como resultado una diferencia de fase menor que $\pi/2$. Se dice que el índice de modulación es pequeño.

Su espectro de frecuencias es similar al de ASK. Se diferencian en que la amplitud de las armónicas se ve afectada por la frecuencia, superponiéndose a la FSK.

Existe una coincidencia entre el ancho de banda necesario para ASK y para FSK de banda reducida.

Transmisión de desplazamiento mínimo del FSK

Recibe el nombre de MSK y su manera de transmitir es mediante el desplazamiento de la frecuencia de fase continua, CPFSK.

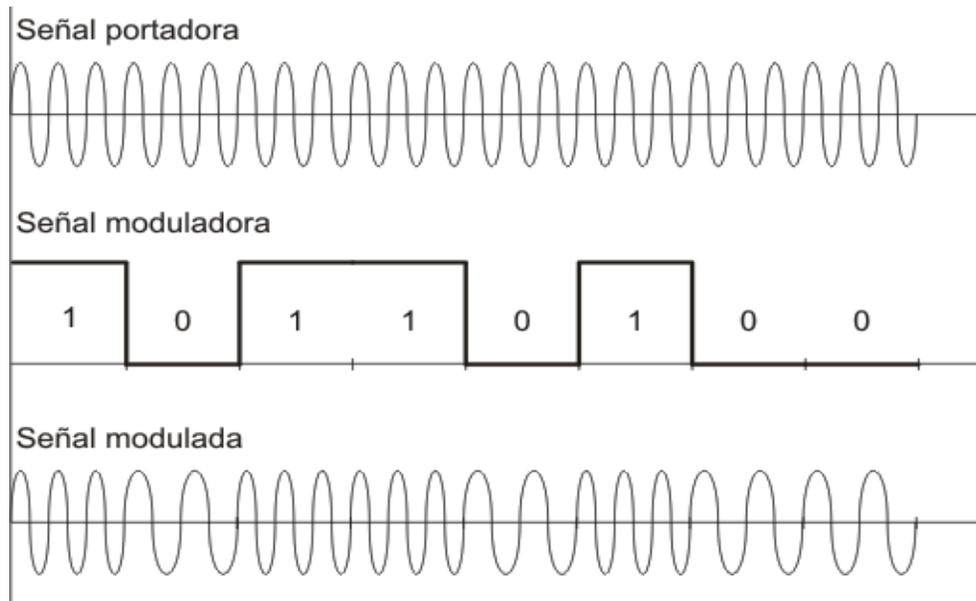
Es un FSK binario, salvo por la sincronización de las frecuencias de espacio y marca, a razón de bit de entrada binario, que se seleccionan de tal forma que difieren de la frecuencia central por un múltiplo impar de la mitad de la razón de bit: $n(f_b / 2)$, siendo n un número entero impar.

De esta manera, en la señal de salida analógica, aseguramos que exista una transición de fase fluida al variar de una frecuencia de espacio a una de marca.

FSK (Frequency-shift keying), es una modulación de frecuencia donde la señal moduladora (datos) es digital. Los dos valores binarios se representan con dos frecuencias diferentes (f_1 y f_2) próximas a la frecuencia de la señal portadora f_p .

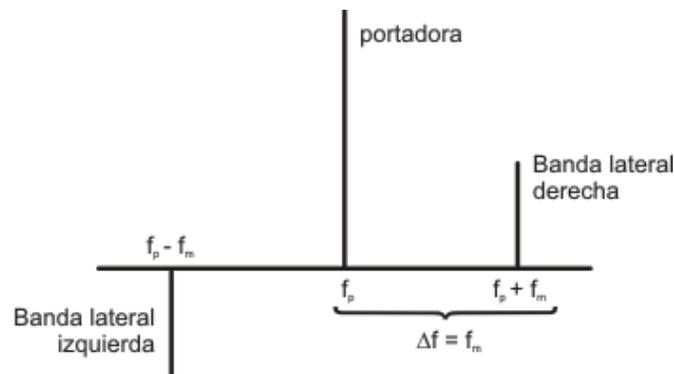
$$v(t) = \begin{cases} V_p \text{ sen}(2\pi f_1 t) & \text{para un "1" binario} \\ V_p \text{ sen}(2\pi f_2 t) & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

Generalmente f_1 y f_2 corresponden a desplazamientos de igual magnitud pero en sentidos opuestos de la frecuencia de la señal portadora.



El índice de modulación tiene gran incidencia en la señal modulada y determina los dos tipos fundamentales de FSK.

Si el índice de modulación es pequeño, $m_f < \frac{\pi}{2}$ (esto significa que la variación de frecuencia de la señal modulada produce una diferencia de fase menor que $\frac{\pi}{2}$), se tiene modulación de frecuencia en banda angosta y su espectro de frecuencias es similar al de ASK. La única diferencia es que en este caso, la amplitud de las armónicas se ve afectada por la frecuencia o sea, se tiene una pequeña modulación de amplitud, superpuesta a la FSK.



El ancho de banda necesario para FSK de banda angosta es igual al necesario para ASK.

1.2.2 FSK de banda ancha

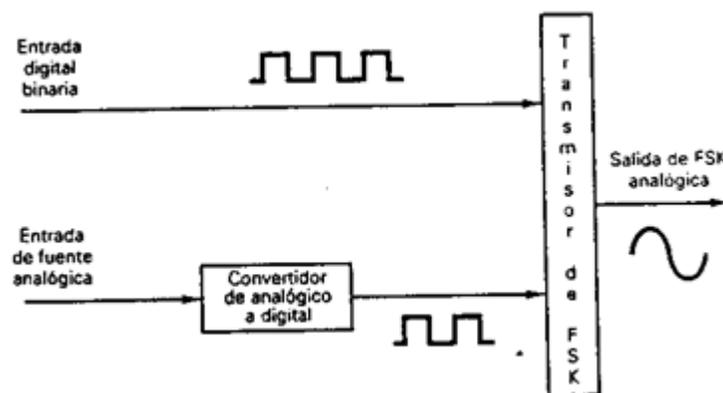
Las ventajas de FSK sobre ASK se hacen notables cuando el índice de

modulación es grande es decir $m_f > \frac{\pi}{2}$.

Con esta condición se aumenta la protección contra el ruido y las interferencias, obteniendo un comportamiento más eficiente respecto a ASK, puesto que en este caso la pequeña modulación de amplitud mencionada en el caso de FSK de banda angosta, se hace despreciable.

La desventaja es que es necesario un mayor ancho de banda, debido a la mayor cantidad de bandas laterales (un par por cada armónica).

1.2.3 Transmisor de FSK



La salida de un modulador de FSK binario, es una función escalón en el dominio del tiempo. Conforme cambia la señal de entrada binaria de 0 lógico a 1 lógico, y viceversa, la salida del FSK se desplaza entre dos frecuencias: una frecuencia de marca o de 1 lógico y una frecuencia de espacio o de 0 lógico. Con el FSK binario, hay un cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la

señal de entrada binaria cambia. Un transmisor de FSK binario sencillo se muestra en la figura 1.

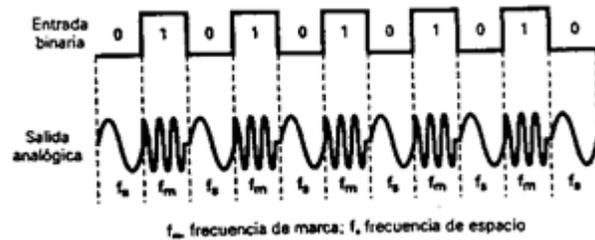


FIGURA 1

1.2.4 Consideraciones de ancho de banda del FSK

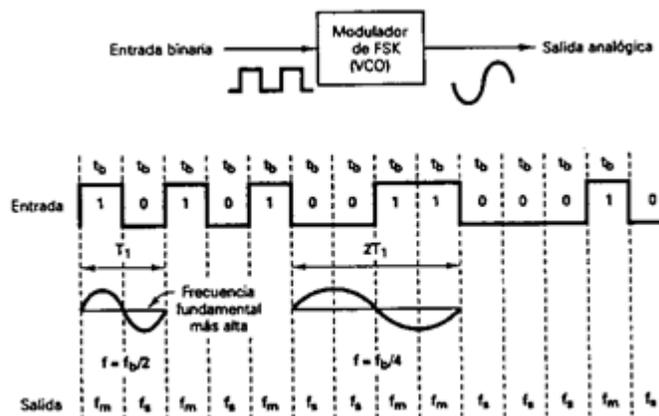


FIGURA 2

La figura 2 muestra un modulador de FSK binario que a menudo son osciladores de voltaje controlado (VCO). El más rápido cambio de entrada ocurre, cuando la entrada binaria es una onda cuadrada. En consecuencia, si se considera sólo la frecuencia fundamental de entrada, la frecuencia modulante más alta es igual a la mitad de la razón de bit de entrada.

La frecuencia de reposo del VCO se selecciona de tal forma que, cae a medio camino, entre las frecuencias de marca y espacio. Una condición de 1 lógico, en la entrada, cambia el VCO de su frecuencia de reposo a la frecuencia de marca; una

condición de 0 lógico, en la entrada, cambia el VCO de su frecuencia de reposo a la frecuencia de espacio. El índice de modulación en FSK es: $MI = Df / f_a$ (2)

donde MI = índice de modulación (sin unidades)

Df = desviación de frecuencia (Hz)

f_a = frecuencia modulante (Hz)

El peor caso, o el ancho de banda más amplio, ocurre cuando tanto la desviación de frecuencia y la frecuencia modulante están en sus valores máximos. En un modulador de FSK binario, Df es la desviación de frecuencia pico de la portadora y es igual a la diferencia entre la frecuencia de reposo y la frecuencia de marca o espacio. La desviación de frecuencia es constante y, siempre, en su valor máximo. f_a es igual a la frecuencia fundamental de entrada binaria que bajo la condición del peor caso es igual a la mitad de la razón de bit (f_b). En consecuencia, para el FSK binario,

$$MI = \frac{\left| \frac{f_m - f_s}{2} \right|}{\frac{f_b}{2}} = \frac{|f_m - f_s|}{f_b}$$

FIGURA 3

donde $|f_m - f_s| / 2$ = desviación de frecuencia

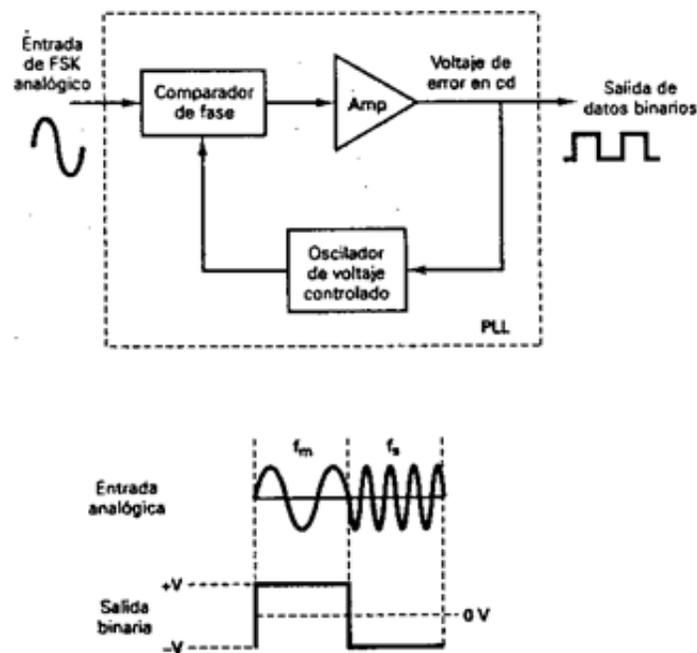
f_b = razón de bit de entrada

f_b / 2 = frecuencia fundamental de la señal de entrada binaria

En un FSK binario el índice de modulación, por lo general, se mantiene bajo 1.0, produciendo así un espectro de salida de FM de banda relativamente angosta. Debido a que el FSK binario es una forma de modulación en frecuencia de banda angosta, el mínimo ancho de banda depende del índice de modulación. Para un índice de modulación entre 0.5 y 1, se generan dos o tres conjuntos de

frecuencias laterales significativas. Por tanto, el mínimo ancho de banda es dos o tres veces la razón de bit de entrada.

1.2.5 Receptor de FSK



El circuito que más se utiliza para demodular las señales de FSK binarias es el circuito de fase cerrada (PLL), que se muestra en forma de diagrama a bloques en la figura 3. Conforme cambia la entrada de PLL entre las frecuencias de marca y espacio, el voltaje de error de cc a la salida del comparador de fase sigue el desplazamiento de frecuencia. Debido a que sólo hay dos frecuencias de entrada (marca y espacio), también hay sólo dos voltajes de error de salida. Uno representa un 1 lógico y el otro un 0 lógico. En consecuencia, la salida es una representación de dos niveles (binaria) de la entrada de FSK. Por lo regular, la frecuencia natural del PLL se hace igual a la frecuencia central del modulador de FSK. Como resultado, los cambios en el voltaje de error cc, siguen a los cambios en la frecuencia de entrada analógica y son simétricos alrededor de 0 V.

1.2.6 Transmisión de desplazamiento mínimo del FSK

La transmisión de desplazamiento mínimo del FSK (MSK), es una forma de transmitir desplazando la frecuencia de fase continua (CPFSK). En esencia, el MSK es un FSK binario, excepto que las frecuencias de marca y espacio están sincronizadas con la razón de bit de entrada binario. Con MSK, las frecuencias de marca y espacio están seleccionadas, de tal forma que están separadas de la frecuencia central, por exactamente, un múltiplo impar de la mitad de la razón de bit [f_m y $f_s = n(f_b / 2)$, con $n =$ entero impar]. Esto asegura que haya una transición de fase fluida, en la señal de salida analógica, cuando cambia de una frecuencia de marca a una frecuencia de espacio, o viceversa.

2.1 MODULO FSK

El modulo FSK (Frequency Shift Keying), consta de una parte de software y una parte de hardware que se integran ambas en una aplicación desarrollada en LabVIEW.

2.1.1 HARDWARE

La parte de hardware del modulo utiliza la tarjeta de adquisición de datos USB-6008 de National Instruments como interfaz hacia el computador..

En el caso de nuestro proyecto, el desarrollo de módulos didácticos para las practicas de laboratorio en comunicaciones, es necesario comenzar analizando las posibilidades existentes en el mercado para hacer una aproximación de que es lo que vamos hacer, además de cómo están conformados estos módulos, obviamente, no tendremos la posibilidad de superar las capacidades y los beneficios de algunos de ellos, pero lo que si tendremos la posibilidad de hacer es utilizarlos como punto de referencia para el desarrollo de nuestros propios módulos. En esta parte se recopilan algunas de las opciones disponibles en el mercado junto con sus características mas relevantes como el precio, que nos sirve para comenzar el estudio financiero de nuestro proyecto y las posibilidades que tendría en el caso de poder ser comercializado.

2.1.2 Módulos disponibles en el mercado

Colombia

RLP418A

[RLP418A]

\$39.005
Cantidad Disponible: 13

Receptor de RF compatible con el TLP418A sintonizado con tecnología SAW a 418Mhz, que ofrece una mejor inmunidad al ruido con respecto al RLP434. Salida serial para alimentar la entrada de un decodificador o de un microcontrolador.



Haga Click para agrandar

Para obtener más información, visite la [página](#) del producto.

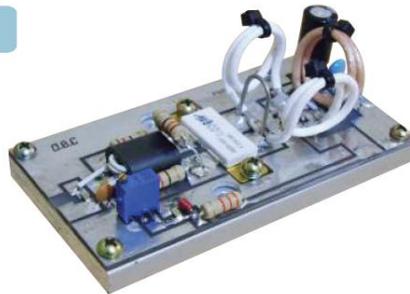
Tomado de <http://www.sigmaelectronica.net/rlp434b-p-668.html>

Modulo para el aprendizaje de temas relacionados con recepción de RF acoplable a otros componentes como microcontroladores o decodificadores.

Precio: \$39.005.00

MODULOS FM

MODULO FM MOD: PBR300-FM



PBR300-FM

- Esta paleta de Amplificador 300W es un bloque integrado que sólo requiere de energía y de entrada y salida de rf. Contiene un transistor MOSFET , para garantizar la buena ejecución global del circuito a un precio atractivo.
- El innovador diseño del amplificador PBR300 maximiza la eficiencia que a su vez disminuye la carga sobre la fuente de alimentación y también significa menos calor. Esto permite que sea más compacto.
- Como se pueda ver en la foto de la unidad hay un mínimo de componentes de este amplificador. Esto se traduce en una mayor fiabilidad y rendimiento .
- Este módulo es de banda ancha ya que no necesita hacer ajustes para fijar en la frecuencia.

FM 88-108 MHz

Tomado de <http://www.obcomunicaciones.com/modulos.php>

Es un modulo amplificador para recepción en frecuencia modulada.

Precio: USD\$300.00

MODULOS FM

MODULO FM MOD: PBR500-FM



PBR500-FM

Esta paleta de Amplificador 500W es un bloque integrado que sólo requiere de energía y de entrada y salida de rf. Reúne dos MOSFET transistor pares, para garantizar la buena ejecución global del circuito a un precio atractivo.

El innovador diseño del AMPLIFICADOR PBR500-FM maximiza la eficiencia que a su vez disminuye la carga sobre la fuente de alimentación y también significa menos calor. Esto permite que sea más compacto.

El Amplificador emplea una novedosa técnica de combinadores entrada y salida para garantizar buen funcionamiento y óptima respuesta de salida (600 u) máximo.

Tomado de <http://www.obcomunicaciones.com/modulos.php>

Es básicamente el mismo modulo anterior solo que con algunas mejoras que elevan su precio ostensiblemente como mayor potencia o facilidades para acoplar a otros módulos.



Tomado de <http://www.icl-didactica.com/ldcomunicaciones.html>

El laboratorio de HF de LD trabaja a 9,4 GHz y cuenta dentro de sus experiencias con un sistema de placas paralelas que permite efectuar estudios sobre las guías de onda siendo esta una práctica exclusiva de LD. De igual manera el laboratorio de Antenas trabaja a la misma frecuencia permitiendo ínter conectividad entre sus componentes y facilitando la adecuación de los espacios para el estudio de antenas. Complementando el estudio de HF LD introduce el sistema de Microcintas que permite estudiar antenas sobre PCB. Los sistemas de Sonar y Radar también hacen parte de las experiencias propuestas por LD para el estudio de Telecomunicaciones.

Precio: No Disponible.



Tomado de <http://www.icl-didactica.com/ldcomunicaciones.html>

Esta unidad esta conformada por 2 multímetros digitales, un analizador lógico de 9 canales, un osciloscopio y un generador de funciones, todo en la misma unidad, sobre la unidad se insertan cada una de LAS TARJETAS correspondientes a un curso de experimentación, LD ha diseñado mas de 20 tarjetas que permiten cubrir todo el currícula de un programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Por ultimo se encuentra el SOFTWARE el cual es un curso en ambiente virtual referente al temario estudiado con la tarjeta, el software incluye las herramientas necesarias para que el estudiante desarrolle prácticas en tiempo real con todos los componentes.

Precio: No Disponible.

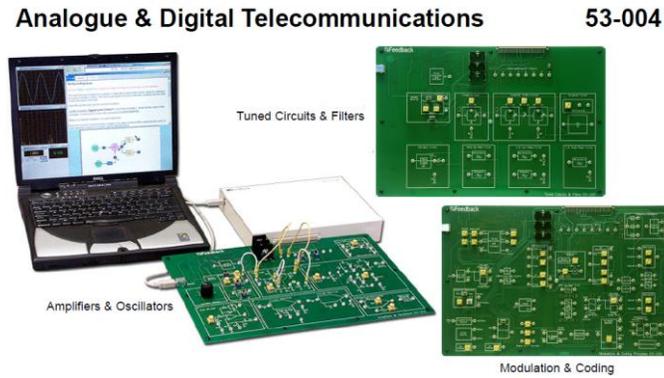


Tomado de <http://www.icl-didactica.com/ldcomunicaciones.html>

El sistema Cassy esta conformado por el software CASSY-LAB el cual permite además de interpretar y realizar análisis sobre los datos obtenidos de la experimentación realizar modelamiento matemático sobre cada uno de los procesos a estudiar, de manera que el estudiante podrá confrontar la teoría con la experimentación en tiempo real. La interfase de adquisición se puede encontrar en 3 presentaciones (Pocket Cassy, Mobile Cassy, Sensor Cassy). El sensor Cassy de arquitectura abierta cuenta con dos entradas análogas que permiten censar

corrientes hasta 3 A y voltajes hasta 100 V. LD cuenta con más de 60 sensores que pueden ser utilizados con la interfase de adquisición.

Precio: No Disponible.



Tomado de: http://www.fbk.com/product_overview.aspx?CatID=15

Modulo para prácticas con amplificadores y osciladores, circuitos sintonizados y filtros y modulación y codificación integrado todo con un computador y software necesario.

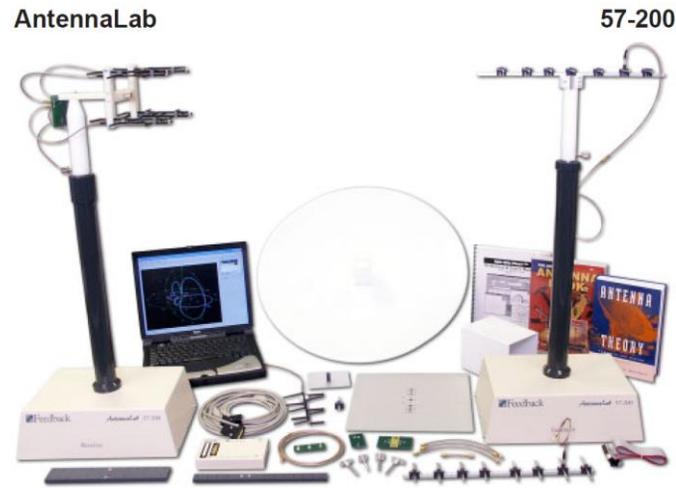
Precio: No Disponible



Tomado de <http://www.fbk.com/product.aspx?pid=56-200>

Modulo para el aprendizaje de temas referidos a los sistemas de transmisión por microondas como los utilizados en los radares o los sistemas de comunicaciones.

Precio: No Disponible



Es un paquete integrado de modelamiento de hardware y simulación con software para el aprendizaje de la teoría de antenas como el diseño de antenas avanzadas.

Precio: No Disponible

3.1 DESARROLLO DE LOS MODULOS

3.1.1 Módulo de am/fm

El objetivo de este Instrumento Virtual (VI) realizado con el programa LabView, consiste básicamente en la modulación en amplitud (AM) y frecuencia (FM) de una onda senoidal (señal portadora) a partir de una señal moduladora que podrá adquirir diferentes formas (cuadrada, triangular, senoidal y rampa). Además de ver la evolución temporal de estas señales, podremos obtener su espectro de potencia.

El VI consta de dos módulos:

- Un módulo generador (MG) donde podemos configurar los parámetros de las señales portadora y moduladora (amplitud, frecuencia, offset, fase, etc.)

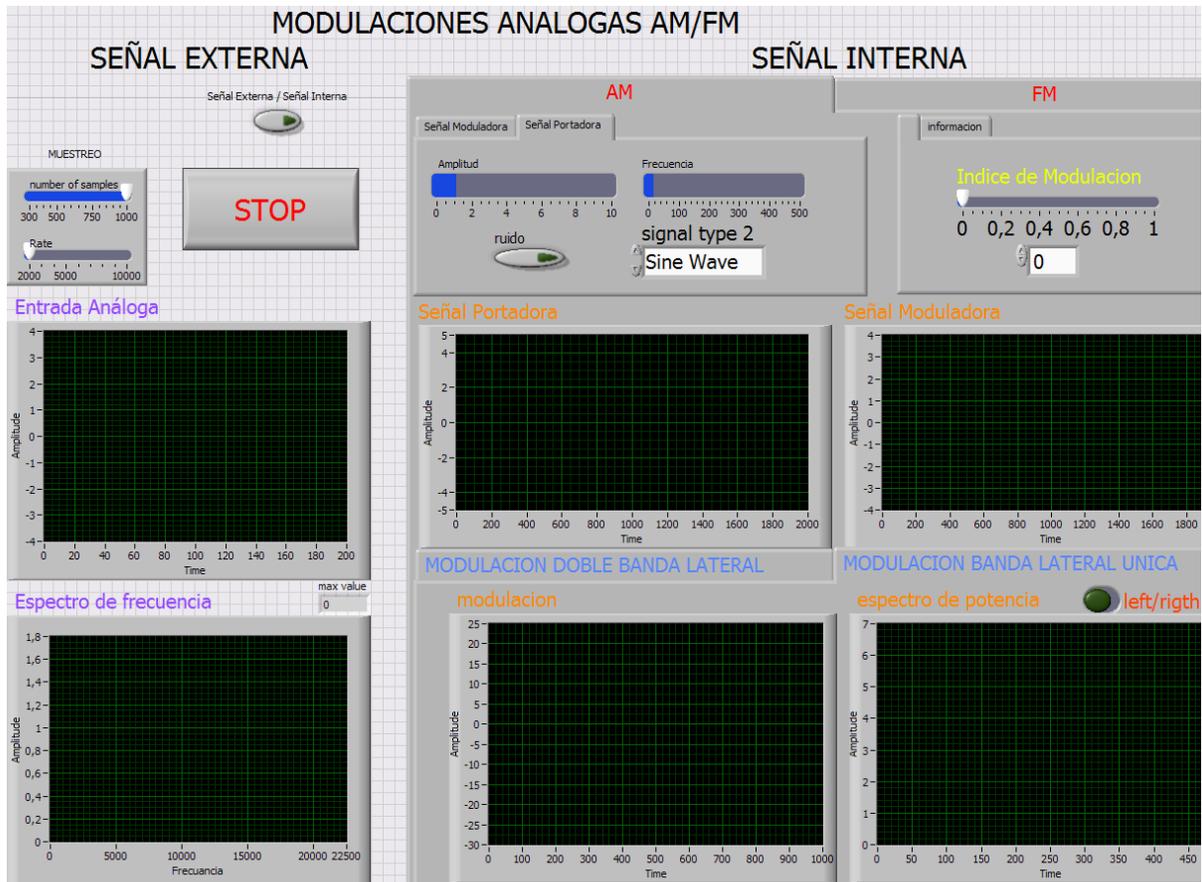
y al mismo tiempo visualizar una de ellas mediante la selección de su pestaña. También podremos optar a la generación de estas señales con ruido o sin él.

En este módulo se podrá fijar además el muestreo: frecuencia (fs) y número de muestras (#s).

- Un módulo visualizador (MV) donde se verán representadas tanto las señales portadora, moduladora y/o modulada, así como sus respectivos espectros de potencia mediante la selección previa de su interruptor. Se podrá seleccionar el tipo de modulación (AM o FM) mediante un switch, y su control mediante el índice de modulación.

En el espectro de potencia podremos elegir entre visualizar las amplitudes en forma lineal o logarítmica.

El panel frontal del VI tiene la siguiente forma:



3.1.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

El diseño circuital está estructurado en 8 bloques principales, los cuales se describen a continuación:

Bloque 1:

En este bloque se agrupan los parámetros de configuración de las señales portadora y moduladora. Estos parámetros son amplitud, frecuencia, offset y fase. Para la señal moduladora también se incorpora, como parámetro, el tipo de señal deseado.

Además contiene los datos de muestreo (frecuencia y número de muestras) para estas dos señales y el índice de modulación para la señal modulada. (Ver Fig. 1)

Bloque 2:

Mediante este bloque se generan tanto la señal portadora como la moduladora. La señal portadora será siempre senoidal, mientras que la moduladora podrá ser generada de forma senoidal, cuadrada, triangular o rampa. Esto último se consigue mediante la utilización de una estructura "CASE" la cual, controlándola con el indicador del "Tipo de Señal", permite el uso del generador de onda correspondiente. (Ver Fig. 1)

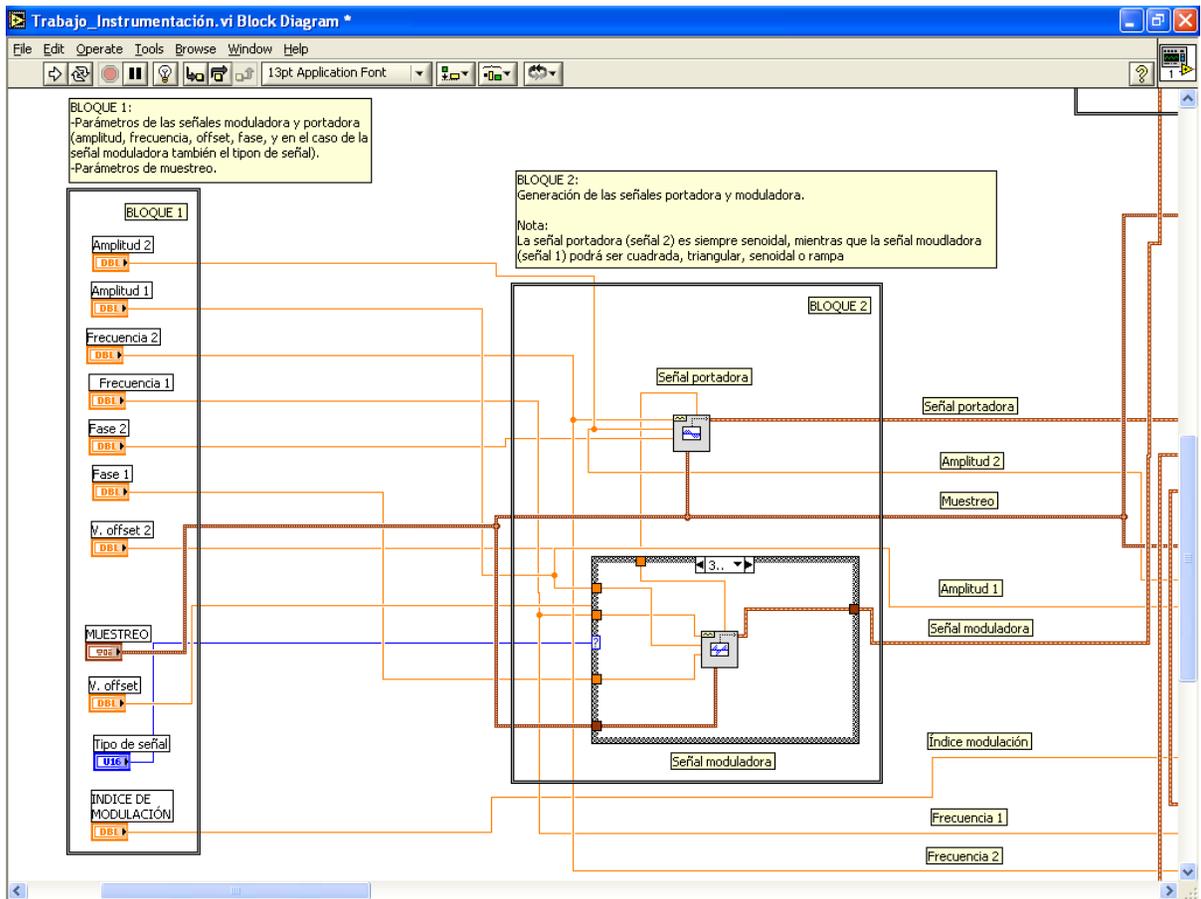


Fig. 1

Bloque 3:

A partir de las señales obtenidas en el bloque 2, con este bloque podemos optar a la incorporación o no de una señal de ruido a estas señales. Esta operación se ha realizado con dos estructuras tipo "CASE", controladas mediante dos switches independientes. Con uno de ellos se puede permitir la introducción de ruido a la señal portadora y con el otro a la moduladora. Esta señal de ruido se obtiene mediante un "generador de ruido blanco Gaussiano" (sub VI incorporado en LabView).

La salida de este bloque corresponde a las señales moduladora y portadora finales. (Ver Fig. 2)

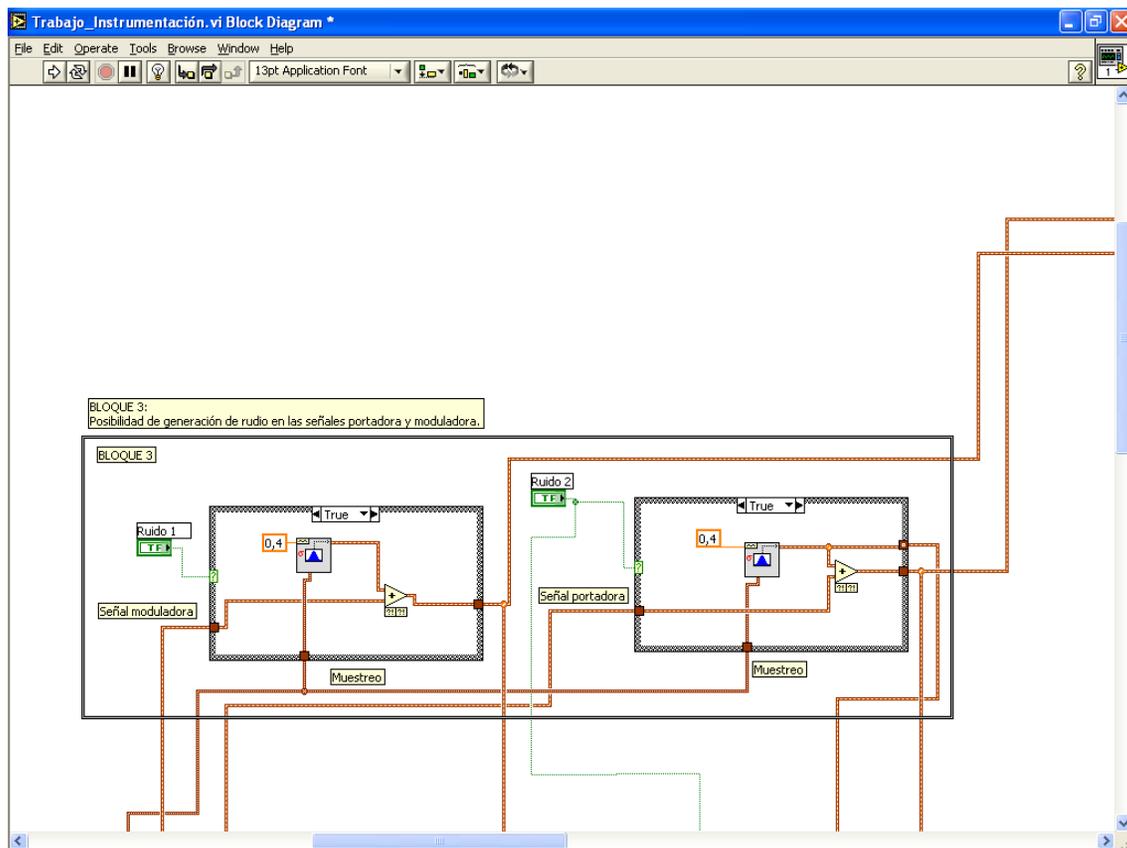


Fig. 2

Bloque 4:

Realiza la visualización de una de las señales de entrada en el osciloscopio del Módulo Generador (MG). Además de realizar esta acción, mediante un indicador de “string” se refleja en la pantalla cual de las dos señales se está visualizando. La representación de las señales en el osciloscopio se realiza en amplitud frente a tiempo. Es importante indicar que, mientras que en el eje X la escala es fija (rango de valores constante), en el eje Y la escala varía en función de cómo varíe la amplitud (autoescala). Esto mismo ocurrirá en el osciloscopio del Módulo de Visualización (Bloque 8). (Ver Fig. 3)

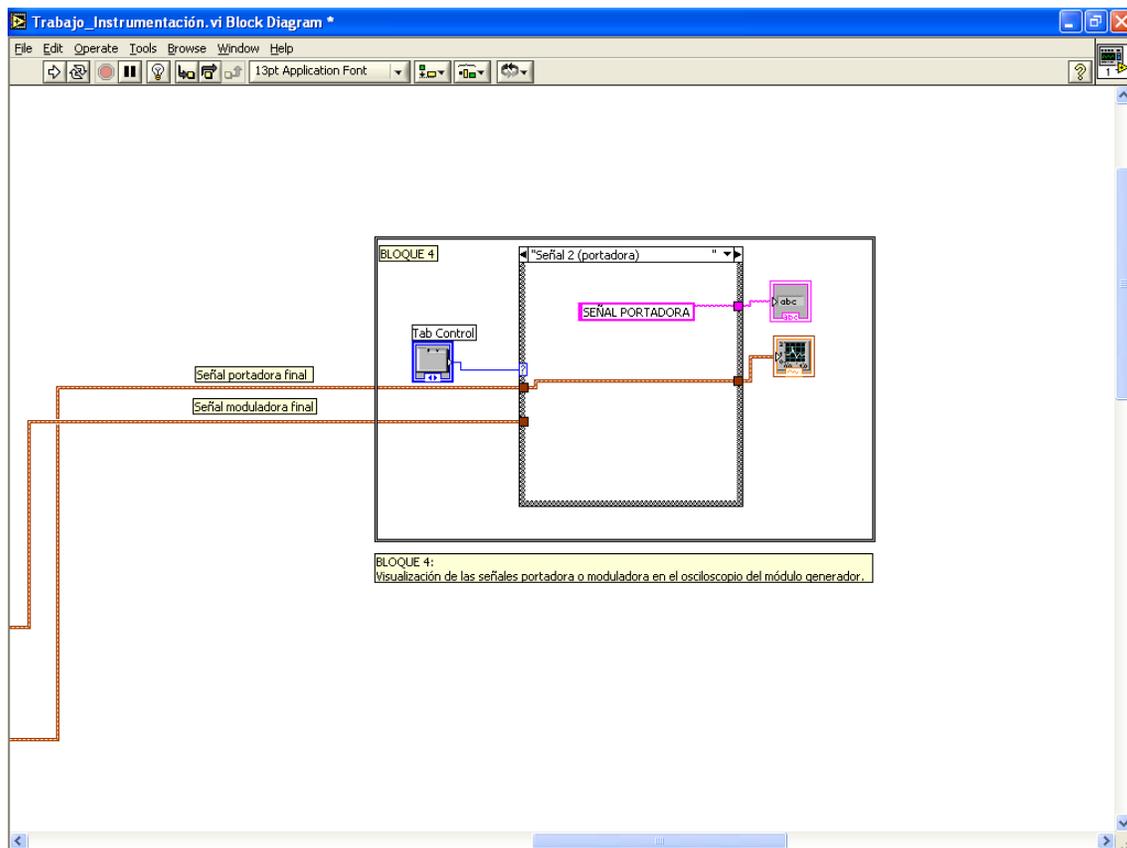


Fig. 3

Bloque 5:

Es el bloque más importante del diagrama circuital ya que en él se realiza la modulación, tanto de amplitud como de frecuencia, de la señal portadora. Cada una de ellas se lleva a cabo en una de las dos etapas de una estructura tipo “CASE”, controlada ésta por el switch AM/FM.

En el caso de la modulación AM (“case TRUE”) el circuito diseñado implementa la siguiente función, con la cual se obtiene la modulación en amplitud:

$$y(t) = A_c \sin \omega_c t * \left[1 + m * x(t) \right]$$

donde: $y(t)$ es la señal modulada en amplitud

$A_c \sin \omega_c t$ es la señal portadora (senoidal)

m es el índice de modulación

$x(t)$ es la señal moduladora

El proceso sería el siguiente: Utilizando las señales moduladora final y portadora final recogidas del bloque 3 y descomponiéndolas, se procesan punto a punto los valores del array de la señal modulada mediante la expresión anterior. Finalmente se vuelve a componer la señal obtenida para poder representarla mediante una "Waveform". (Ver Fig. 4)

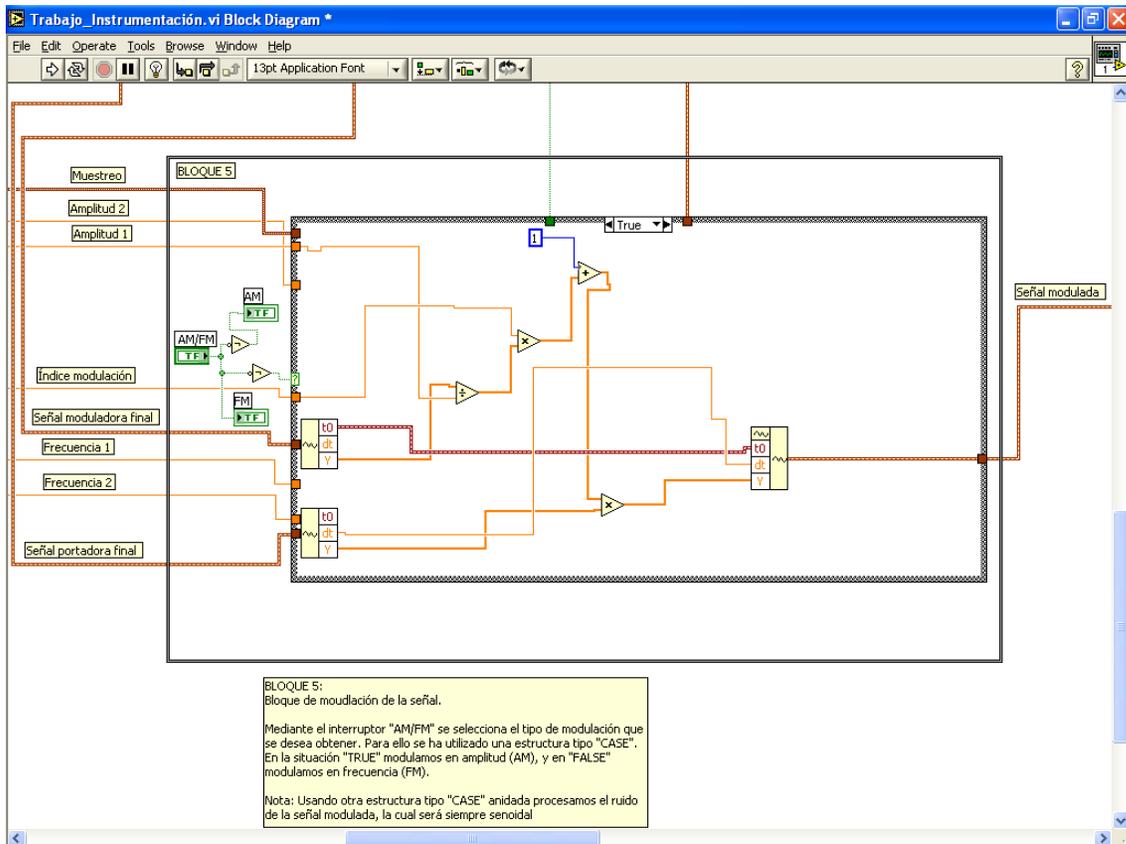


Fig. 4

En el caso de la modulación FM ("case FALSE") el circuito diseñado implementa la siguiente función, con la cual se obtiene la modulación en frecuencia:

$$y(t) = A_c \sin \left(\omega_c t + \frac{m}{A_m} \omega_m \int_0^t x(\tau) d\tau \right)$$

donde: $y(t)$ es la señal modulada en frecuencia

A_c es la amplitud de la portadora

ω_c es la pulsación de la portadora

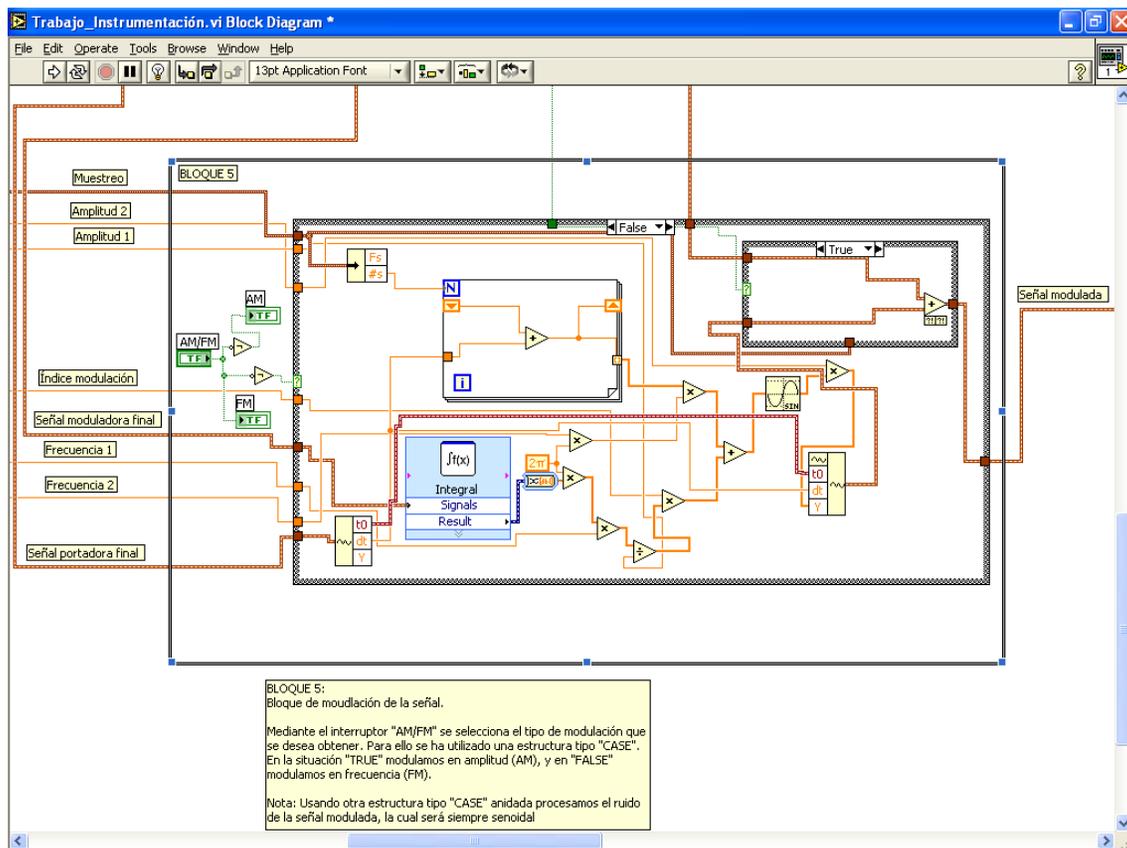
m es el índice de modulación

A_m es la amplitud de la moduladora

ω_m es la pulsación de la moduladora

$x(\tau)$ es la señal moduladora en la variable τ

El proceso de la modulación FM sería el siguiente: Primero descomponemos la señal moduladora y realizamos la integral de la ecuación numéricamente. Seguidamente, al array de datos obtenido se le opera con el índice de modulación, la amplitud de la señal modulada y su pulsación, según indica la ecuación. A este último array conseguido, se le suma un array de tiempos obtenido por el producto de la pulsación ω_c y otro array de tiempos generado mediante un bucle "FOR". Finalmente se obtiene el seno de cada uno de los valores del array y se le multiplica por la amplitud de la portadora A_c . Con este último array volvemos a componer una "Waveform", a la cual se le suma si procede la señal de ruido (en el caso de que la portadora la posea) y se obtiene la señal definitiva para ser representada. (Ver Figura Siguiete)



Bloque 6:

Este bloque contiene los switches con los cuales se pueden seleccionar las señales a representar en el osciloscopio del Módulo Visualizador y en la pantalla del espectro de potencia. Además este bloque contiene unos leds que indican que señales se están visualizando en ambas gráficas. (Ver Fig. 5)

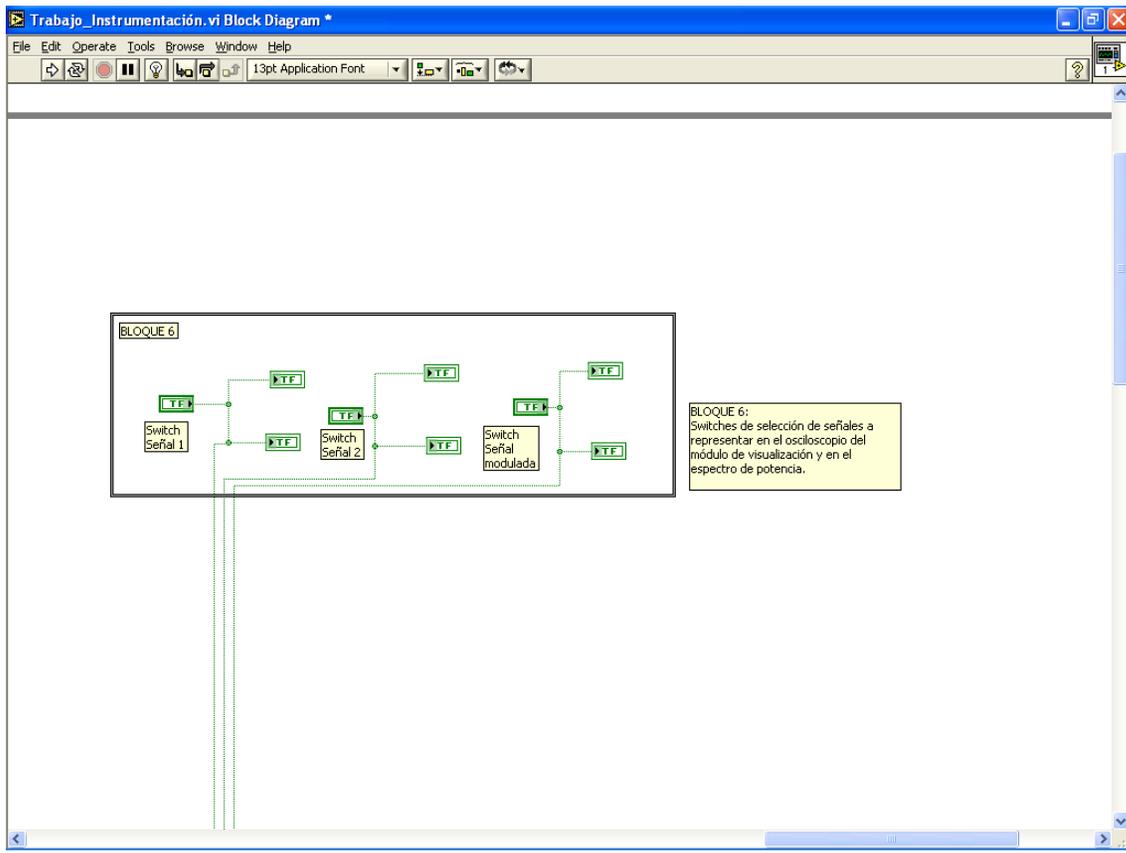
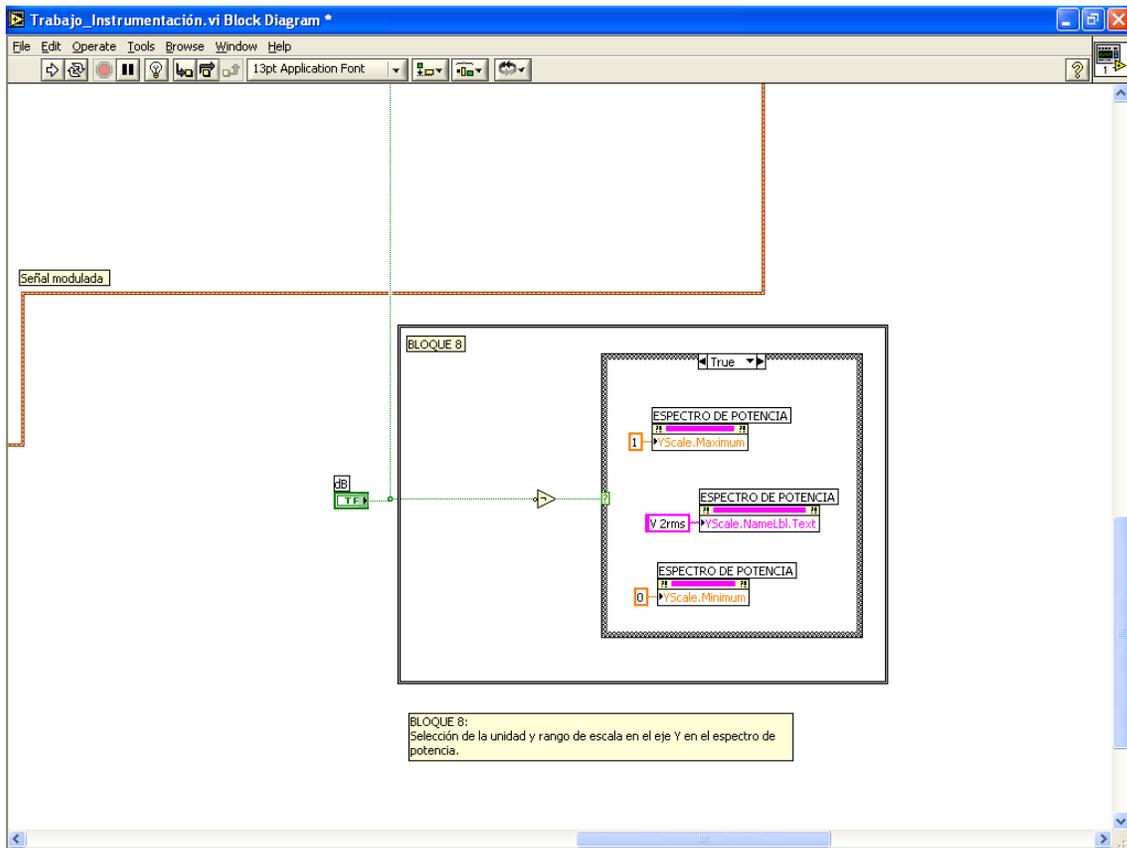


Fig. 5

Bloque 7:

Esta parte es la encargada de representar las señales en el Módulo de Visualización (tanto señal temporal como espectro de potencia). Para ello se ha construido una sucesión de estructuras "CASE" anidadas, el estado de las cuales depende de los interruptores del Bloque 6.

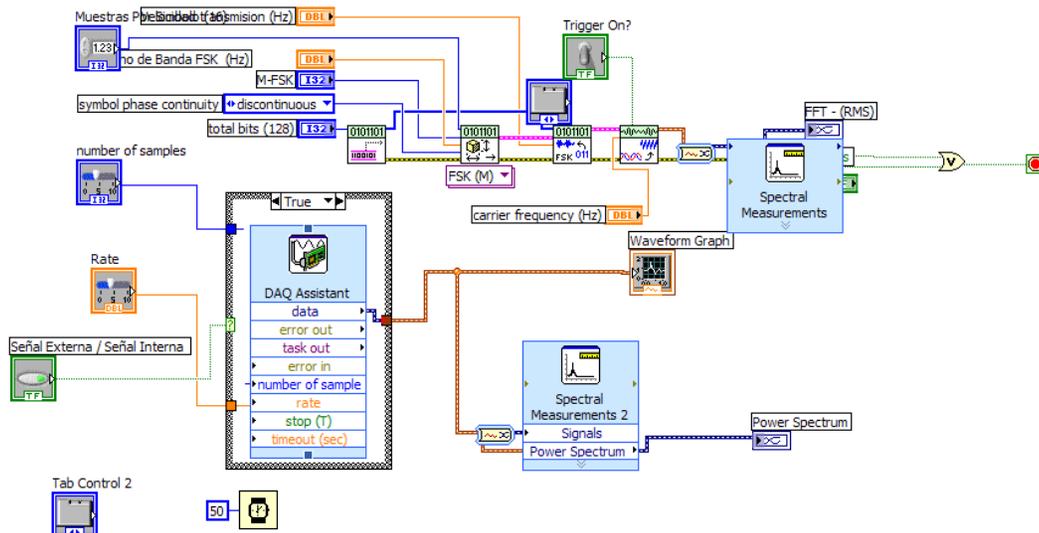
Como se indicó en el bloque 4, en el osciloscopio del Módulo de Visualización la escala del eje horizontal es fija, mientras que la del eje vertical es variable (autoescala). (Ver Fig. 6)



Ver Fig. 7

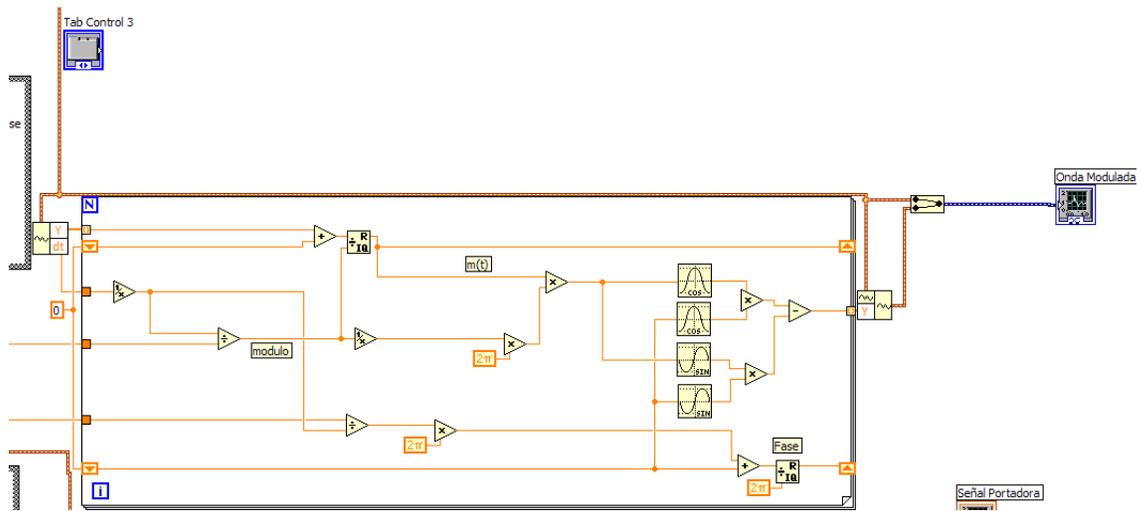
3.1.2 MÓDULO FSK

3.1.2.1 Diagrama de bloques



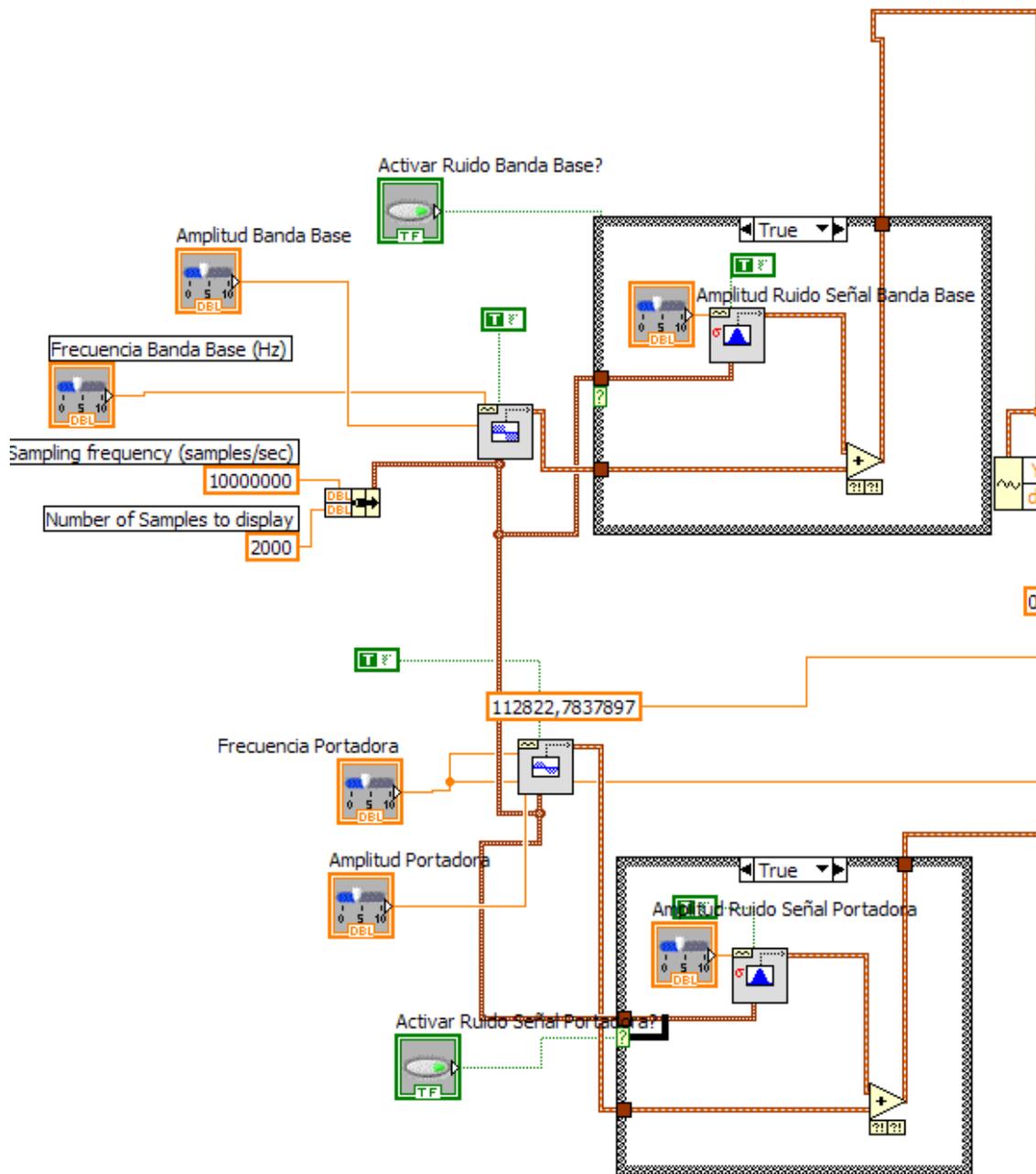
Bloque 1:

Esta parte es la encargada de representar las señales FSK, LABVIEW genera un patrón de bits digitales que se modulan mediante el bloque de modulación FSK del MODULATION TOOLKIT, luego se acondicionan las señales y mediante otro bloque se representa el espectro de frecuencia y la señal modulada en el tiempo



Bloque 2:

Esta parte es la encargada de hacer la manipulación matemática de las señales para hacer el proceso de modulación, es decir, se toma la señal punto a punto y se le hace el respectivo proceso para modularla.



Bloque 3:

Esta parte es la encargada de generar las señales portadora y moduladora y los controles para cambiar parámetros como la amplitud, frecuencia y fase. También se crean los bloques para agregar ruido a las mismas señales.

3.1.3 ESPECIFICACIONES

- Voltaje de Alimentación: 120VAC.
- Corriente de Alimentación:12-20mA.
- Computador con software LabView y puerto USB.
- Aplicación.
- Tarjeta de Adquisición USB-6008 (National Instruments)

3.1.4 CARACTERÍSTICAS

- Frecuencias de Marca y Espacio.
- Velocidad de transmisión de bits.
- M-FSK (Cantidad de símbolos).
- Total de bits a transmitir.
- Ancho de Banda.
- Cantidad de muestras por símbolo.
- Visualización de Espectro de frecuencia.

3.1.5 RESTRICCIONES

- Rapidez bits de entrada: 5kbps
- Ancho de Banda: 3Mhz
- Frecuencia de Portadora: 10Mhz
- Limitaciones de la tarjeta de Adquisición y la capacidad en memoria del PC utilizado.

3.1.6 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- Asegúrese de leer y entender completamente este manual antes de instalar y utilizar el módulo.
- No exponga el módulo a temperaturas extremas, no lo ubique cerca de fuentes de calor (hornos, estufas, aires acondicionados o los rayos directos del sol) ya que esto afecta su rendimiento.
- No retire la carcasa principal del módulo ni manipule los circuitos internos del mismo, puede causar un cortocircuito y dejar inservible la totalidad del mecanismo.
- No coloque alimentos o bebidas encima o cerca de la carcasa principal del módulo.
- No use el módulo para ningún otro fin que no sea para el que fue diseñado.
- Asegúrese de hacer bien todas las conexiones con los circuitos externos. No utilice cables defectuosos.
- Mantenga limpia la superficie de la carcasa principal.
- No retire las cubiertas de los botones y controles del módulo.
- Revise bien las puestas a tierra de los circuitos que esta utilizando con el módulo.
- Apague el módulo si no lo va a utilizar por un periodo prolongado de tiempo.

3.1.4 INSTALACION

Para utilizar adecuadamente el módulo AM/FM usted debe instalar la interfaz que comunica al módulo con el computador.

Este módulo funciona con el software LabVIEW 8.2. o superior, los requerimientos mínimos que debe tener su computador para un buen funcionamiento son los siguientes:

| Windows | | |
|-------------------|---|--|
| | Minimum | Recommended |
| Processor | Pentium III/Celeron 866 MHz or equivalent | Pentium 4/M or equivalent |
| RAM | 256 MB | 1 GB |
| Screen Resolution | 1024 x 768 pixels | 1024 x 768 pixels |
| Operating System | Windows Vista/XP/2000 | Windows Vista/XP |
| Disk Space | 1.6 GB | 1.6 GB (Note -- Includes default drivers from NI Device Drivers CD) |
| Mac OS X | | |
| | Minimum | Recommended |
| Processor | G3 or better | G4 or better |
| RAM | 256 MB | 1 GB |
| Screen Resolution | 1024 x 768 pixels | 1024 x 768 pixels |
| Operating System | Mac OS X 10.4 or later | Mac OS X 10.4 or later |
| Disk Space | 262 MB | 828 MB for the complete installation |
| Linux® | | |
| | Minimum | Recommended |
| Processor | Pentium III/Celeron 866 MHz or equivalent | Pentium 4/M or equivalent |
| RAM | 256 MB | 1 GB |
| Screen Resolution | 1024 x 768 pixels | 1024 x 768 pixels |
| Operating System | Linux kernel 2.2.x, 2.4.x, or 2.6.x, for the Intel x86 architecture, GNU C Library (glibc) Version 2.2.4 or later | Red Hat Enterprise Linux WS 3, MandrakeLinux/Mandriva 10.0, SuSE Linux 9.1 |
| Disk Space | 365 MB | 651 MB for the complete installation |

A continuación debe instalar la tarjeta de adquisición de datos. El modelo que esta disponible en el laboratorio es el NI USB-6008.

Conecte la tarjeta al puerto USB de su computador, aparecerá un Asistente de Instalación de Hardware.

Elija la opción instalar automáticamente y de click en Aceptar.

Después de instalar el software necesario solo tiene que abrir el aplicativo que viene en el CD de instalación y ya esta listo el módulo para funcionar correctamente.

4.1 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN AM/FM

Utilizar el módulo AM/FM es bastante fácil y el usuario estará familiarizado en poco tiempo con el manejo de sus controles.

El sistema de navegación por pestañas es bastante intuitivo y facilita el acceso a todos los controles de manera rápida y libre de confusiones.

El módulo esta compuesto de dos sub-módulos: AM y FM, el usuario podrá escoger cual de los dos quiere poner en funcionamiento mediante el switch ubicado en el panel frontal.

Para iniciar el funcionamiento del programa puede dar click en el botón correr ubicado en la parte superior de la barra de controles de LabVIEW



También puede dar click en Operate/Run

Para detener el programa dé click en el botón STOP



4.1.1 SECCION AMPLITUD MODULADA (AM)

La sección AM del módulo esta compuesta a su vez por dos sub-secciones a las que llamaremos SEÑAL EXTERNA y SEÑAL INTERNA, las cuales funcionan independientemente una de la otra. Es posible seleccionar entonces cual de las dos partes se quiere que funcione. Dé click en el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA para hacer funcionar la que desee.



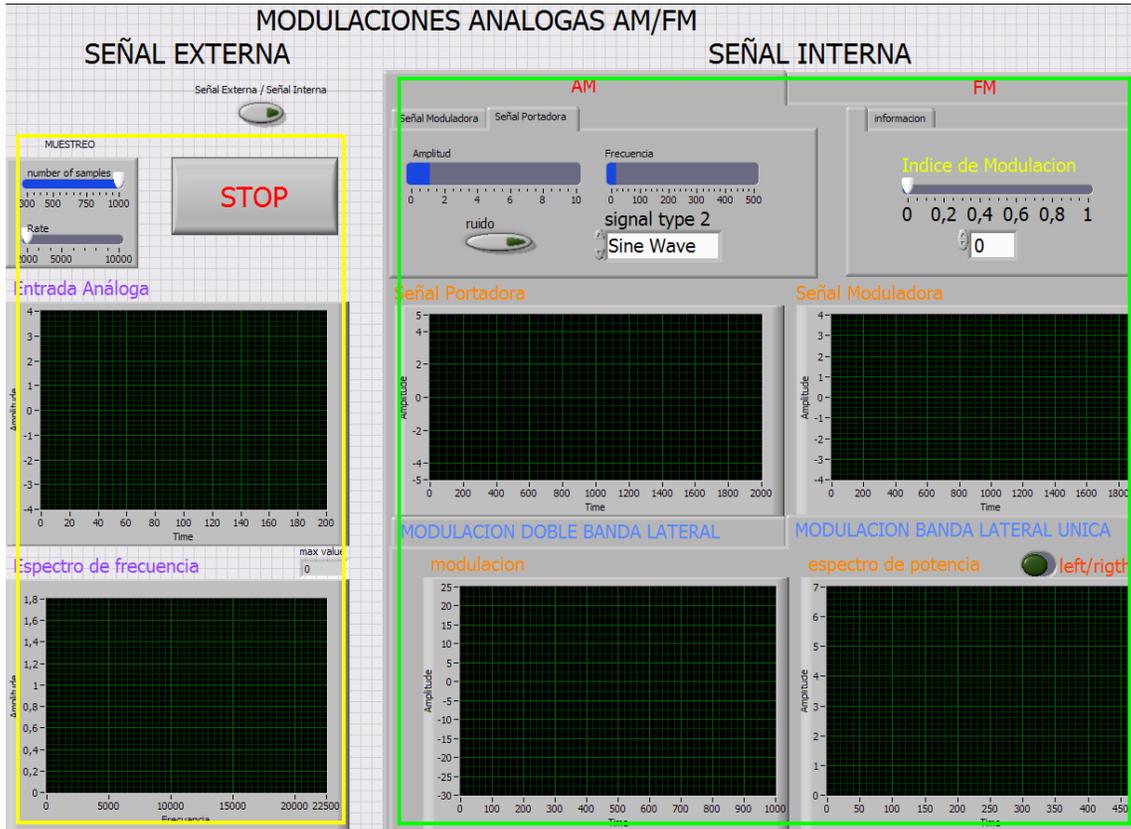
4.1.1.1 SEÑAL EXTERNA

SEÑAL EXTERNA hace uso de un modulador AM externo y utiliza la tarjeta de adquisición de datos como interfaz para visualizar parámetros importantes y manipularlos mediante la aplicación creada para ello.

Para hacer funcionar la parte correspondiente a la SEÑAL EXTERNA es necesario que usted mismo genere la señal senoidal portadora de la información, esto se hace introduciendo una resistencia y un condensador en los respectivos sockets () del panel frontal. La combinación de estos dos elementos decidirá la frecuencia de la señal portadora, por lo tanto no puede ser utilizada una combinación arbitraria RC. Diseñe su propia combinación teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1}{RC}$$

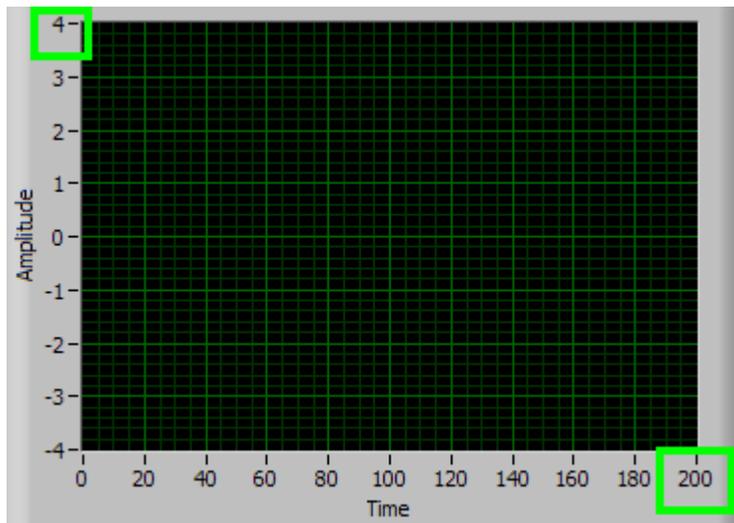
La apariencia de la aplicación que controla la parte de AM del módulo es la siguiente:



La parte encerrada en el recuadro amarillo de la figura corresponde a la visualización de la sub-sección SEÑAL EXTERNA. La ventana superior muestra la forma de onda de la(s) señal(es) en el tiempo. La ventana inferior muestra el espectro de frecuencia de las mismas señales.

4.1.1.2 AYUDA:

Recuerde que puede cambiar la escala de los ejes de cualquier gráfica haciendo doble click en el numero mas cercano el extremo del eje que quiera cambiar la escala (ver figura) y teclear la nueva cantidad.



El control denominado MUESTREO ubicado en la parte superior interviene en los procesos de adquisición de la señal, de forma que se visualice de la mejor forma posible.

NUMBER OF SAMPLES controla el tamaño del buffer que destina la tarjeta de adquisición para muestrear la señal. Recuerde que a mayor número de muestras, mayor calidad de la señal pero un número excesivo de ellas afectara el rendimiento de su computador. Ajuste el control deslizante hasta que la señal en la ventana ENTRADA ANALOGA tenga la calidad que usted desee.

RATE controla la frecuencia de muestreo de la señal en Hertz (Hz). La frecuencia máxima de muestreo de este modelo de tarjeta de adquisición es 10kHz, sin embargo, son compartidos para los 10 canales disponibles, es decir que por cada canal adicional que se utiliza, la frecuencia de muestreo para cada canal se reduce. Lo mejor es ajustar este control obedeciendo a los valores de la siguiente tabla.

| NUMERO DE CANALES UTILIZADOS | RATE (kHz) |
|------------------------------|------------|
| 1 | 10 |
| 2 | 5 |

| | |
|---|------|
| 3 | 3.33 |
| 4 | 2.5 |
| 5 | 2 |

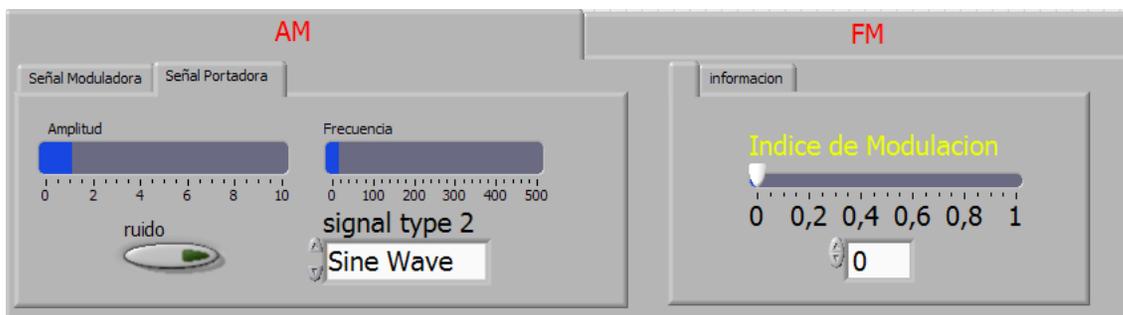
Utilice los controles del panel frontal del módulo AM/FM para cambiar los parámetros que desee.

4.1.1.3 SEÑAL INTERNA

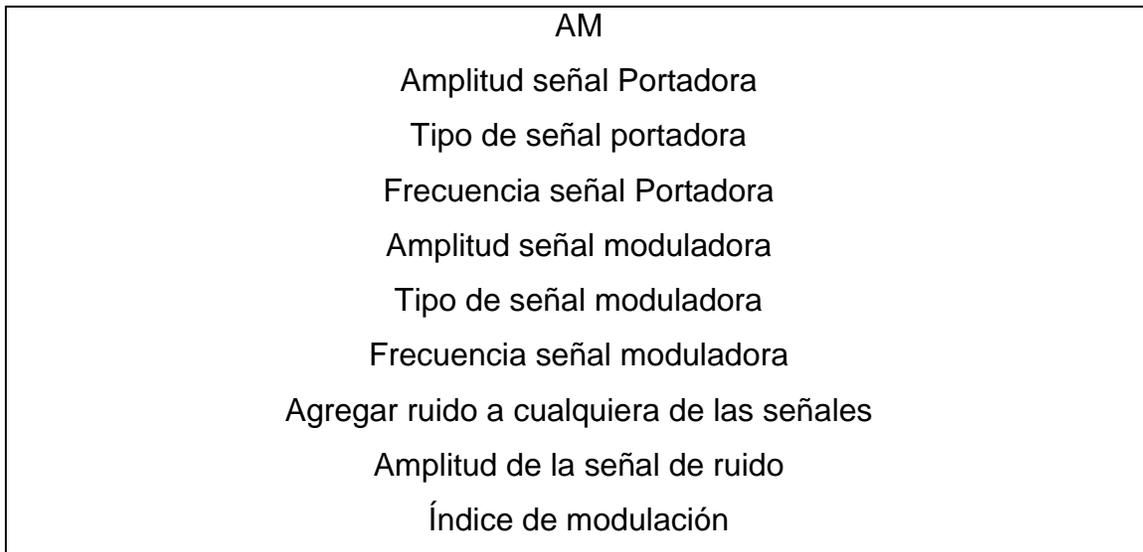
Simula un modulador virtual que crea sus propias señales y las visualiza en igual forma, esto le permite ser más flexible y tener mayor funcionalidad.

La parte encerrada en el recuadro verde de la figura corresponde a la visualización de la sub-sección SEÑAL INTERNA.

En la parte superior se encuentran todos los controles para cambiar distintos parámetros en las señales. Ajuste los controles deslizantes según el parámetro que quiera cambiar. En algunas pestañas podrá encontrar ayudas matemáticas útiles para realizar sus cálculos y diseños.



Los parámetros que puede modificar son los siguientes:



En la parte inferior encontrara todas las ventanas para visualizar las graficas y cada una de ella le informara que esta mostrando. Puede cambiar la escala de los ejes de cada una de las graficas con el procedimiento explicado en la página.

4.1.2 SECCION FRECUENCIA MODULADA (FM).

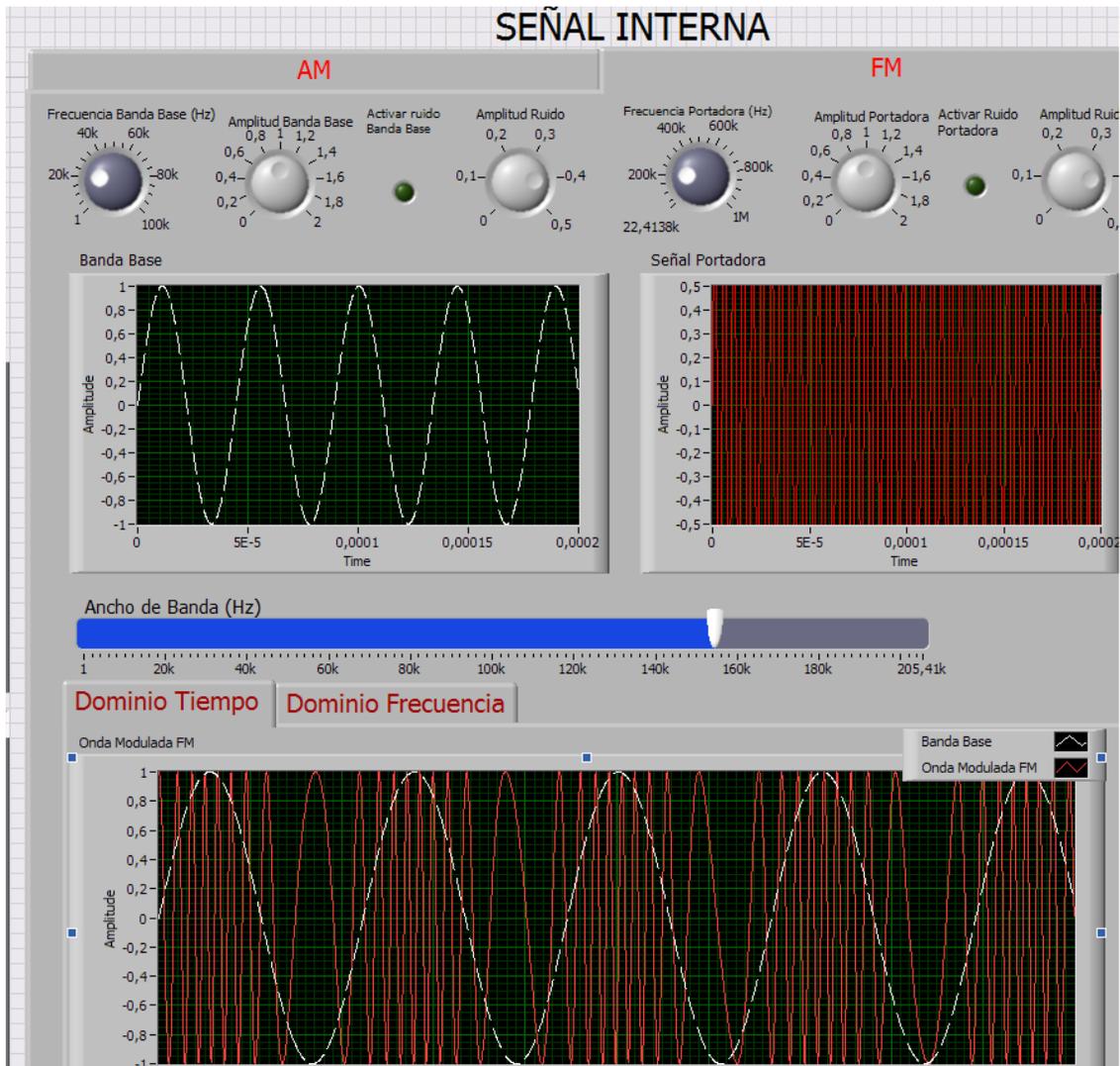
La parte de FM del módulo AM/FM esta subdividida en dos: un transmisor FM y una aplicación integrada desarrollada en LabVIEW.

4.1.2.1 TRANSMISOR FM

El transmisor de FM es un dispositivo de baja potencia que crea una onda modulada FM y la transmite de forma que puede ser captada con cualquier instrumento adecuado para hacerlo. El alcance de la señal de este transmisor es aprox. 5-6 metros. Es posible cambiar la frecuencia de esta señal mediante el control en el panel frontal. Gire el tornillo hasta conseguir la frecuencia deseada. Puede acceder a los controles del transmisor FM en la parte frontal del módulo AM/FM

4.1.2.2 APLICACIÓN INTEGRADA

La apariencia general del software para la parte de FM es la siguiente puede acceder a ella fácilmente haciendo click en la correspondiente pestaña de la aplicación:



Ajuste los controles deslizantes según el parámetro que quiera cambiar.

Los parámetros que puede modificar son los siguientes:

FM

Amplitud señal banda base

Frecuencia señal portadora

Amplitud señal portadora

Tipo de señal portadora

Frecuencia señal portadora

Agregar ruido a cualquiera de las señales

Amplitud de la señal de ruido

Ancho de Banda

4.1.2.3 PROBLEMAS FRECUENTES

PROBLEMA

No se visualiza ninguna señal en la aplicación.

POSIBLE SOLUCION

El módulo esta desconectado o no esta encendido. Conéctelo a la toma de corriente y active el switch de encendido.

Conecte e instale la tarjeta de adquisición de datos a su PC.

PROBLEMA

El módulo funciona correctamente pero algunas graficas no puedo visualizarlas correctamente.

POSIBLE SOLUCION

Cambie la escala de los ejes X y Y con el procedimiento explicado en la pagina hasta que pueda ver las graficas.

Revise los controles de amplitudes y frecuencias, puede que algunos estén en cero o fuera de rango.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA no funciona correctamente y me sale una ventana de error con lo siguiente:

Error -201003 occurred at DAQmx Create Channel (AI-Voltage-Basic).vi:1.

POSIBLE SOLUCION

La tarjeta de adquisición no esta presente en el sistema, conéctela e instálela.

La tarjeta de adquisición no esta encendida, no fue correctamente instalada.

La tarjeta de adquisición esta encendida, pero esta temporalmente sin corriente de alimentación, consulte el manual de la tarjeta.

La tarjeta de adquisición esta dañada, consulte con el docente o el guía de laboratorio.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA funciona pero las señales no se visualizan correctamente.

POSIBLE SOLUCION

Revise los controles de la pestaña MUESTREO y ajústelas según las indicaciones hechas en este mismo manual.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA no funciona correctamente pero no me sale ningún mensaje de error

POSIBLE SOLUCION

Es posible que haya olvidado conectar la resistencia y condensador necesarios para generar la señal portadora de AM. Introduzca una combinación RC adecuada según las indicaciones del manual.

4.2 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN FSK/PCM



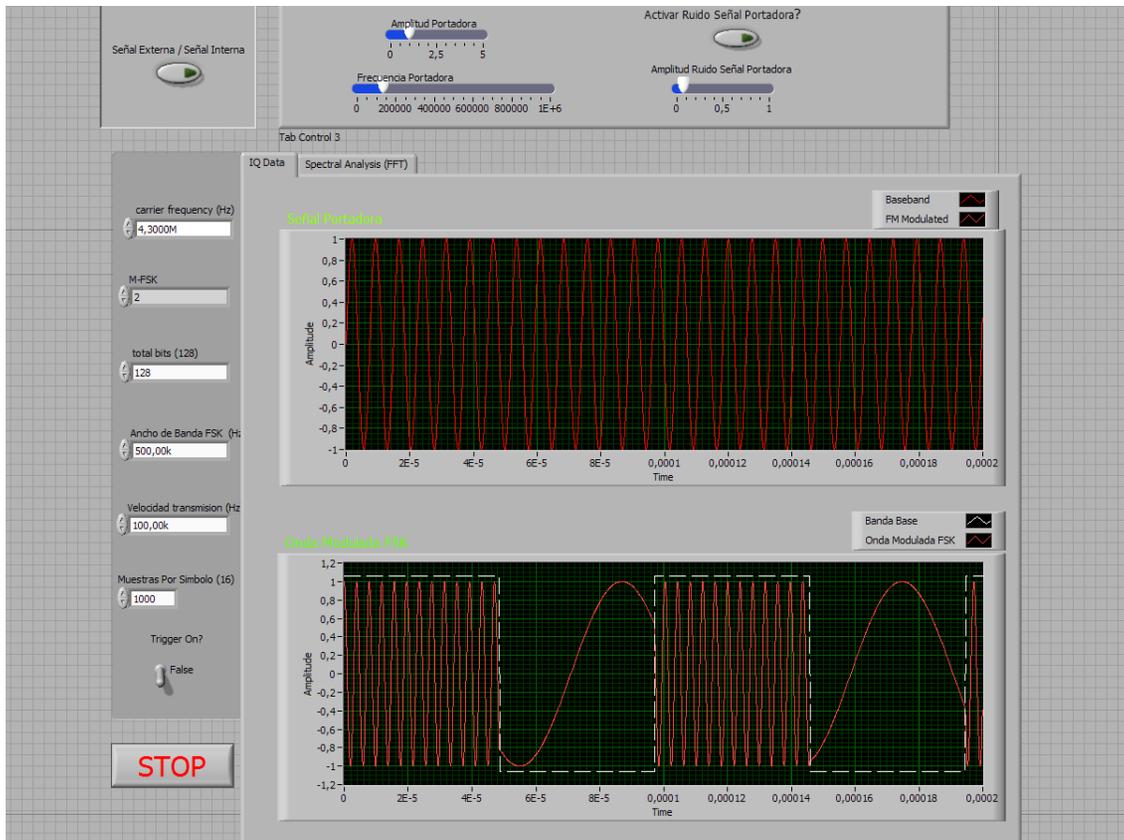
- ▬ **Modulo FSK**
- ▬ **Alimentaciones**
- ▬ **Modulo PCM**

Utilizar el módulo FSK/PCM es bastante fácil y el usuario estará familiarizado en poco tiempo con el manejo de sus controles.

El sistema de navegación por pestañas es muy intuitivo y facilita el acceso a todos los controles de manera rápida y libre de confusiones.

El módulo está compuesto de dos sub-módulos: FSK y PCM. El usuario podrá escoger cual de los dos quiere poner en funcionamiento mediante el switch ubicado en el panel frontal.

La apariencia general del software es la siguiente:



Para iniciar el funcionamiento del programa puede dar click en el botón correr ubicado en la parte superior de la barra de controles de LabVIEW



También puede dar click en Operate/Run

Para detener el programa dé click en el botón STOP



4.2.1 SECCION FREQUENCY SHIFT KEYING (FSK)

La sección FSK del módulo esta compuesta a su vez por dos sub-secciones a las que llamaremos SEÑAL EXTERNA y SEÑAL INTERNA, las cuales funcionan independientemente una de la otra. Es posible seleccionar entonces cual de las dos partes se quiere que funcione. Dé click en el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA para hacer funcionar la que desee.



4.2.1.1 SEÑAL EXTERNA

Hace uso de un modulador FSK externo y utiliza la tarjeta de adquisición de datos como interfaz para visualizar parámetros importantes y manipularlos mediante la aplicación creada para ello, la parte de la aplicación que muestra la visualización se encuentra en la ventana inferior desplácese con la barra de desplazamiento lateral.

Para hacer funcionar la parte correspondiente a la SEÑAL EXTERNA es necesario que usted mismo genere las señales portadoras de marca y espacio típicas en BFSK (Binary FSK), esto se hace introduciendo dos resistencias (R1 y R2) y un condensador C en los respectivos sockets () del panel frontal. Cada resistencia junto con el condensador decidirá las frecuencias de marca y espacio, por lo tanto no puede ser utilizado cualquier valor arbitrario de R. Diseñe su propia combinación teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$f_{\text{marca}} = \frac{1}{R1C} \quad f_{\text{espacio}} = \frac{1}{R2C}$$

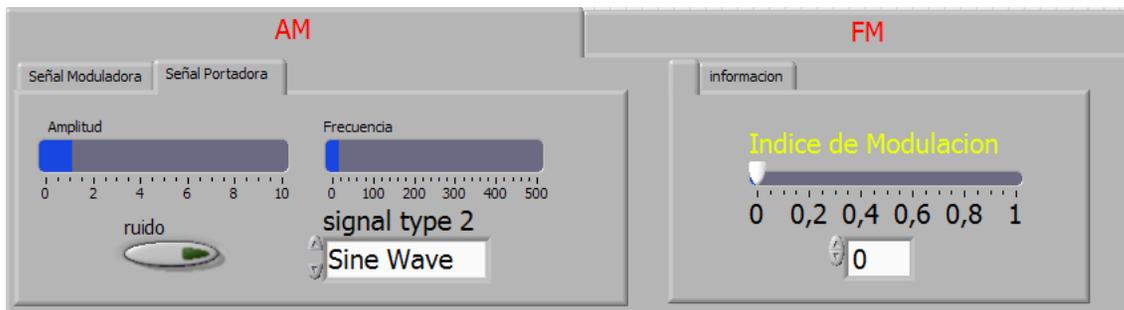
La parte encerrada en el recuadro amarillo de la figura corresponde a la visualización de la sub-sección SEÑAL EXTERNA. Mediante la pestaña puede seleccionar la forma de onda de la(s) señal(es) en el tiempo o mostrar el espectro de frecuencia de las mismas señales.

4.2.1.2 SEÑAL INTERNA

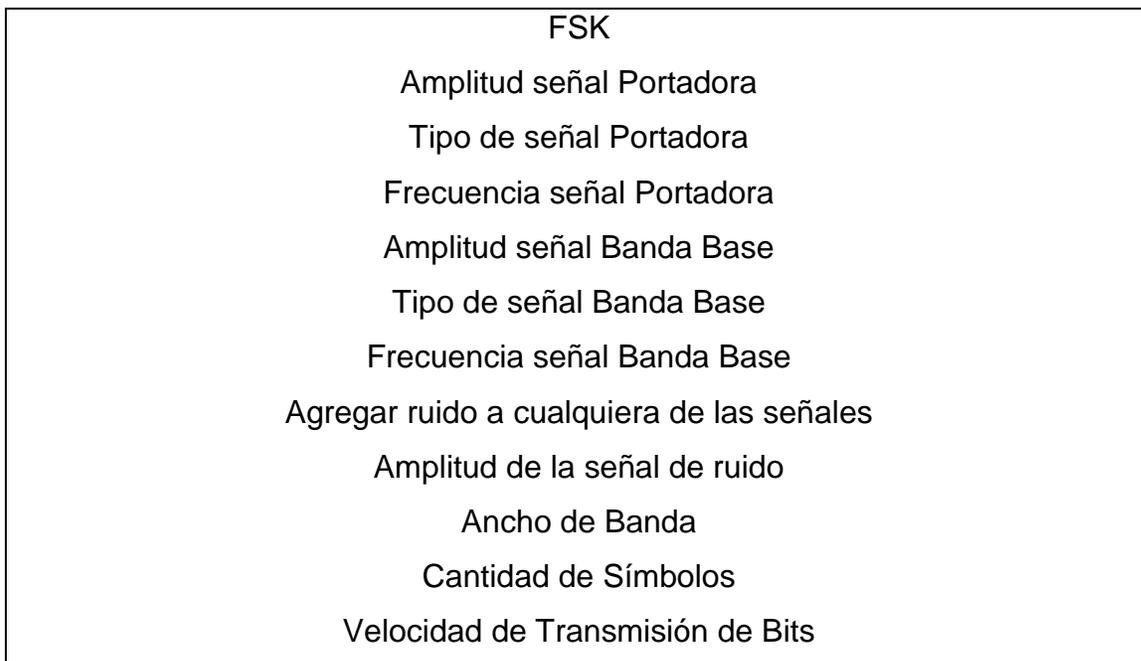
SEÑAL INTERNA simula un modulador virtual que crea sus propias señales y las visualiza en igual forma, esto le permite ser más flexible y tener mayor funcionalidad.

La parte encerrada en el recuadro verde de la figura corresponde a la visualización de la sub-sección SEÑAL INTERNA.

En la parte superior y lateral izquierda se encuentran todos los controles para cambiar distintos parámetros en las señales. Ajuste los controles deslizantes según el parámetro que quiera cambiar. En algunas pestañas podrá encontrar ayudas matemáticas útiles para realizar sus cálculos y diseños.



Los parámetros que puede modificar son los siguientes:



En la parte lateral derecha encontrara todas las ventanas para visualizar las graficas y cada una de ella le informara que esta mostrando. Puede cambiar la escala de los ejes de cada una de las graficas con el procedimiento explicado en la página.

4.2.2 SECCION PULSE CODE MODULATION (PCM).

La parte de PCM del módulo FSK/PCM esta constituida de una aplicación integrada de hardware y software desarrollada en LabVIEW junto con la utilización de microcontroladores y la tarjeta de adquisición de datos.

4.2.2.1 APLICACIÓN INTEGRADA

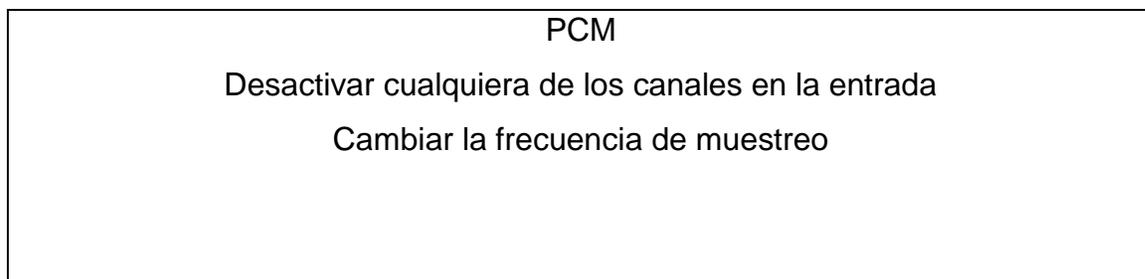
La apariencia general del software para la parte de FM es la siguiente puede acceder a ella fácilmente haciendo click en la correspondiente pestaña de la aplicación:

Las ventanas muestran las señales de entrada y salida del modulador PCM y sus espectros de frecuencia, también es posible visualizar la señal del canal por donde viajan los datos.

Ajuste los controles deslizantes según el parámetro que quiera cambiar.

Ajuste los controles en el panel frontal para cambiar los parámetros que desee.

Los parámetros que puede modificar son los siguientes:



4.2.2.2 PROBLEMAS FRECUENTES

PROBLEMA

No se visualiza ninguna señal en la aplicación.

POSIBLE SOLUCION

El módulo esta desconectado o no esta encendido. Conéctelo a la toma de corriente y active el switch de encendido.

Conecte e instale la tarjeta de adquisición de datos a su PC.

PROBLEMA

El módulo funciona correctamente pero algunas graficas no puedo visualizarlas correctamente.

POSIBLE SOLUCION

Cambie la escala de los ejes X y Y con el procedimiento explicado en la pagina hasta que pueda ver las graficas.

Revise los controles de amplitudes y frecuencias, puede que algunos estén en cero o fuera de rango.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA no funciona correctamente y me sale una ventana de error con lo siguiente:

Error -201003 occurred at DAQmx Create Channel (AI-Voltage-Basic).vi:1.

POSIBLE SOLUCION

La tarjeta de adquisición no esta presente en el sistema, conéctela e instálela.

La tarjeta de adquisición no esta encendida, no fue correctamente instalada.

La tarjeta de adquisición esta encendida, pero esta temporalmente sin corriente de alimentación, consulte el manual de la tarjeta.

La tarjeta de adquisición esta dañada, consulte con el docente o el guía de laboratorio.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA funciona pero las señales no se visualizan correctamente.

POSIBLE SOLUCION

Revise los controles de la pestaña MUESTREO y ajústelas según las indicaciones hechas en este mismo manual.

PROBLEMA

La sección SEÑAL EXTERNA no funciona correctamente pero no me sale ningún mensaje de error

POSIBLE SOLUCION

Es posible que haya olvidado conectar las resistencias y condensador necesarios para generar las señales de entrada del modulador FSK. Introduzca una combinación R1, R2 y C adecuada según las indicaciones del manual.

ANEXOS

COMPILACION DE PRACTICAS PROPUESTAS PARA EL TRABAJO CON LOS MODULOS.

PRACTICA No. 1 AMPLITUD MODULADA (ANÁLISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación AM.
- Entender los procesos y cambios de la modulación en amplitud ante la variación de distintos parámetros en el dominio del tiempo.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

En qué consiste la modulación por amplitud.

Averigüe cómo se mide el índice de modulación en el osciloscopio.

Investigue el fenómeno de sobremodulación

Repase la materia de modulación lineal (modulación de doble banda lateral (DSB), banda lateral única (SSB) y amplitud modulada (AM)). En cada caso estudie:

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

- a. Diagrama de bloques
- b. Las relaciones matemáticas entre señales portadora, modulante y modulada,
- c. Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio del tiempo,
 - ¿Por qué se dice que éstos son esquemas de modulación lineal?
 - Compare DSB, SSB y AM en términos de ancho de banda, potencia de la señal transmitida, dificultad de implementación de transmisor y receptor.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo AM/FM

MATERIALES

Módulo AM/FM.

Tarjeta de Adquisición NI USB-6008.

Cables.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Prepare los equipos y el módulo para hacer la práctica en AM.
2. Conecte la tarjeta de adquisición a las terminales del módulo y al PC. Abra la aplicación que está en el CD suministrado con el módulo.
3. Obtenga los valores de RC necesarios para crear la señal portadora y póngalos en el módulo.
4. Describa la señal que aparece en la ventana SEÑAL EXTERNA.
5. Modifique los controles RATE y NUMBER OF SAMPLES. ¿Cómo afecta esto a la señal? Anote sus observaciones
6. Modifique el índice de modulación en el panel frontal del módulo hasta obtener los valores 0.5 y 1 midiéndolo en la ventana del programa según el método investigado.
 - Describa lo que ocurre con la señal modulada cuando varía el índice de modulación más allá de 1. Explique.

Cambie el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA a SEÑAL INTERNA

1. Diseñe su propio modulador AM teniendo en cuenta amplitudes y frecuencias y simúlelo en la aplicación.
2. Varíe las amplitudes de las señales portadora y moduladora ¿Cómo afecta esto la modulación? ¿Cambia el índice de modulación? ¿Por qué? Explique.
3. Varíe las frecuencias de las señales portadora y moduladora ¿Cómo afecta esto la modulación? ¿Cambia el índice de modulación? ¿Por qué? Explique.
4. Varíe índice de modulación ¿Cómo afecta esto la modulación? ¿Cambian las frecuencias de las señales portadora y moduladora? ¿Cambian las amplitudes de las señales portadora y moduladora? ¿Por qué? Explique

TIPOS DE SEÑALES

5. Utilice el control para cambiar entre los diferentes tipos de señales. Cambie primero en la portadora. Explique cómo afecta esto el proceso de modulación.
6. Repita el procedimiento del punto 5 para la moduladora.

ANÁLISIS DE RUIDO

7. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal moduladora. Explique cómo afecta esto el proceso de modulación.
8. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

PRACTICA No. 2
AMPLITUD MODULADA
(ANÁLISIS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación AM.
- Entender los procesos y cambios de la modulación en amplitud ante la variación de distintos parámetros en el dominio de la frecuencia.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Investigue:

Qué es el espectro de frecuencia de una señal.

Qué es el espectro de potencia de una señal.

Averigüe en que unidades se mide el espectro de frecuencia y el de potencia.

Repase la materia de modulación lineal (modulación de doble banda lateral (DSB), banda lateral única (SSB) y amplitud modulada (AM)). En cada caso estudie:

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio de la frecuencia.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo AM/FM

MATERIALES

Módulo AM/FM.

Tarjeta de Adquisición NI USB-6008.

Cables.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

7. Prepare los equipos y el módulo para hacer la práctica en AM.
8. Conecte la tarjeta de adquisición a las terminales del módulo y al PC. Abra la aplicación que esta en el CD suministrado con el módulo.
9. Obtenga los valores de RC necesarios para crear la señal portadora y póngalos en el módulo.
10. Describa la señal que aparece en la ventana SEÑAL EXTERNA.
11. Modifique los controles RATE y NUMBER OF SAMPLES. ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? Anote sus observaciones.
12. Modifique el índice de modulación en el panel frontal del módulo hasta obtener los valores 0.5 y 1 midiéndolo en la ventana del programa según el método investigado. Observe lo que pasa con el espectro de frecuencia. Anote sus observaciones.
 - Describa lo que ocurre con el espectro de frecuencia cuando varía el índice de modulación más allá de 1. Explique.

Cambie el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA a SEÑAL INTERNA

9. Diseñe su propio modulador AM teniendo en cuenta amplitudes y frecuencias y simúlelo en la aplicación.
10. Varíe las amplitudes de las señales portadora y moduladora ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? ¿Por qué? Explique.
11. Varíe las frecuencias de las señales portadora y moduladora ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? ¿Por qué? Explique.
12. Varíe índice de modulación ¿Cómo afecta el espectro de frecuencia? Explique.

TIPOS DE SEÑALES

13. Utilice el control para cambiar entre los diferentes tipos de señales. Cambie primero en la portadora. Explique cómo afecta esto el espectro de frecuencia.
14. Repita el procedimiento del punto 5 para la moduladora.

ANÁLISIS DE RUIDO

15. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal moduladora. Explique cómo afecta esto el espectro de frecuencia.
16. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

PRACTICA No. 3
FRECUENCIA MODULADA
(WINRADIO 3000)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación FM.
- Explorar el funcionamiento del dispositivo WINRADIO 3000.
- Entender el proceso de transmisión y recepción en FM.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Investigue los conceptos más relevantes de frecuencia modulada: ancho de banda, espectro de frecuencia, transmisión y recepción FM.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo FSK/PCM.

Consulte el manual del WinRadio3000. Instale el software en su computador y aprenda a utilizarlo.

MATERIALES

Módulo AM/FM.

WINRADIO 3000.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Conecte el WinRadio3000 y el módulo AM/FM.
2. Ponga el módulo AM/FM en funcionamiento FM moviendo el respectivo switch en el panel frontal.
3. Ubique el rango FM en el dial del sintonizador del WinRadio. Varíe la frecuencia de la portadora de FM del transmisor en el panel frontal del módulo AM/FM. Obsérvela con la herramienta SPECTRUM SCOPE. Anote sus observaciones.
4. Ubique la señal emitida por el transmisor sin hablar por el micrófono y observe el espectro de frecuencia con la herramienta SPECTRUM SCOPE. Anote sus observaciones.
5. Hable por el micrófono ubicado en el panel frontal del módulo.
 - ¿Cómo se modifica el espectro de frecuencia?
 - ¿Qué componentes aparecen respecto al punto anterior?
 - ¿Qué diferencias encuentra respecto a lo observado en el punto 4?
6. Mida la fuerza de la señal emitida por el transmisor con la herramienta SIGNAL STRENGTH RECORDER.
 - ¿Cómo es la señal que se ve en la ventana?
 - ¿En qué unidades podría medir esta señal?
 - Explique las diferencias que encuentra en la fuerza de la señal cuando habla y cuando no habla por el micrófono.
7. Capture un archivo de audio con la herramienta SOUND RECORDER, luego escúchelo y compárelo con lo que se escucha en el parlante del módulo AM/FM. ¿Qué diferencias encuentra respecto a la calidad de la señal?

8. Repita el punto 7 pero cambiando los siguientes parámetros en RECORDING PROPERTIES.

- Aumente el parámetro SAMPLING RATE a 16kHz, 22kHz y 44kHz.
- Aumente el parámetro BITS PER SAMPLE a 16 bits en las mismas frecuencias de BITS PER SAMPLE.

¿Qué diferencias encuentra entre los diferentes casos? Explique.

PRACTICA No. 4

FRECUENCIA MODULADA

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación FM.
- Entender los procesos y cambios de la modulación en frecuencia ante la variación de distintos parámetros en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Investigue los conceptos más relevantes de frecuencia modulada: ancho de banda, espectro de frecuencia.

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

- a. Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- b. Las relaciones matemáticas de estas señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo FSK/PCM

MATERIALES

Módulo AM/FM.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Análisis En El Dominio Del Tiempo

17. Diseñe su propio modulador FM teniendo en cuenta amplitudes y frecuencias y simúlelo en la aplicación.
18. Varíe las amplitudes de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto la señal modulada? ¿Cambia el índice de ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
19. Varíe las frecuencias de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto el proceso de modulación? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
20. Varíe el ancho de banda ¿Cómo afecta esto la señal modulada? ¿Cambian las frecuencias de las señales portadora y banda base? ¿Cambian las amplitudes de las señales portadora y banda base? ¿Por qué? Explique

ANÁLISIS DE RUIDO

21. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal banda base. Explique cómo afecta esto el proceso de modulación.
22. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

- Análisis En El Dominio De La Frecuencia

23. Varíe las amplitudes de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
24. Varíe las frecuencias de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
25. Varíe el ancho de banda ¿Cómo afecta esto la señal modulada? ¿Cambian las frecuencias de las señales portadora y banda base? ¿Cambian las amplitudes de las señales portadora y banda base? ¿Por qué? Explique

ANALISIS DE RUIDO

26. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal banda base. Explique cómo afecta esto el espectro de frecuencia.
27. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

PRACTICA No. 5
FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)
(ANÁLISIS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación FSK.
- Entender los procesos y cambios de la modulación FSK ante la variación de distintos parámetros en el dominio de la frecuencia.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Investigue:

En qué consiste la modulación por desplazamiento en frecuencia.

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

- a. Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio de la frecuencia.
- b. Las relaciones matemáticas de estas señales en el dominio de la frecuencia.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo FSK/PCM

MATERIALES

Módulo FSK/PCM.

Tarjeta de Adquisición NI USB-6008.

Cables.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

13. Prepare los equipos y el módulo para hacer la práctica en FSK.
14. Conecte la tarjeta de adquisición a las terminales del módulo y al PC. Abra la aplicación que esta en el CD suministrado con el módulo.
15. Obtenga los valores de R1, R2 y C necesarios para crear las frecuencias de marca y espacio y póngalos en el módulo.
16. Describa la señal que aparece en la ventana SEÑAL EXTERNA.
17. Modifique los controles RATE y NUMBER OF SAMPLES. ¿Cómo afecta esto a la señal? Anote sus observaciones
18. Modifique la velocidad de transmisión con el control respectivo en el panel frontal del módulo. Explique qué sucede con el espectro de frecuencia. ¿Cómo se afecta la información recibida comparándola con la información enviada?
 - Repita el punto 6 aumentando y disminuyendo los valores de las frecuencias de marca y espacio. ¿Qué diferencias encuentra con las frecuencias iniciales? ¿Qué conclusión es posible obtener de esta parte?

Cambie el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA a SEÑAL INTERNA

28. Diseñe su propio modulador FSK teniendo en cuenta amplitudes y frecuencias y simúlelo en la aplicación.
29. Varíe las amplitudes de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia de la señal modulada? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
30. Varíe las frecuencias de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto el espectro de frecuencia? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
31. Varíe el ancho de banda ¿Cómo afecta esto la modulación? ¿Cambian las frecuencias de las señales portadora y banda base? ¿Cambian las amplitudes de las señales portadora y banda base? ¿Por qué? Explique.

32. Modifique la velocidad de transmisión y observe qué sucede con el espectro de frecuencia. Anote sus observaciones.

ANÁLISIS DE RUIDO

33. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal banda base. Explique cómo afecta esto el espectro de frecuencia.

34. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

PRACTICA No. 6
FSK (FREQUENCY SHIFT KEYING)
(ANÁLISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación FSK.
- Entender los procesos y cambios de la modulación FSK ante la variación de distintos parámetros en el dominio del tiempo.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Investigue:

En qué consiste la modulación por desplazamiento en frecuencia.

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

- a. Diagrama de bloques.
- b. Las relaciones matemáticas entre señales portadora, banda base y modulada.
- c. Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio del tiempo.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo FSK/PCM

MATERIALES

Módulo FSK/PCM.

Tarjeta de Adquisición NI USB-6008.

Cables.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

19. Prepare los equipos y el módulo para hacer la práctica en FSK.
20. Conecte la tarjeta de adquisición a las terminales del modulo y al PC. Abra la aplicación que esta en el CD suministrado con el módulo.
21. Obtenga los valores de R1, R2 y C necesarios para crear las frecuencias de marca y espacio y póngalos en el modulo.
22. Describa la señal que aparece en la ventana SEÑAL EXTERNA.
23. Modifique los controles RATE y NUMBER OF SAMPLES. ¿Cómo afecta esto a la señal? Anote sus observaciones
24. Modifique la velocidad de transmisión con el control respectivo en el panel frontal del modulo. Explique qué sucede con la señal modulada. ¿Cómo se afecta la información recibida comparándola con la información enviada?
 - Repita el punto 6 aumentando y disminuyendo los valores de las frecuencias de marca y espacio. ¿Qué diferencias encuentra con las frecuencias iniciales? ¿Qué conclusión es posible obtener de esta parte?

Cambie el control SEÑAL EXTERNA/SEÑAL INTERNA a SEÑAL INTERNA

35. Diseñe su propio modulador FSK teniendo en cuenta amplitudes y frecuencias y simúlelo en la aplicación.
36. Varíe las amplitudes de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto la señal modulada? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
37. Varíe las frecuencias de las señales portadora y banda base ¿Cómo afecta esto la señal modulada? ¿Cambia el ancho de banda? ¿Por qué? Explique.
38. Varíe el ancho de banda ¿Cómo afecta esto el proceso de modulación? ¿Cambian las frecuencias de las señales portadora y banda base? ¿Cambian las amplitudes de las señales portadora y banda base? ¿Por qué? Explique.
39. Modifique la velocidad de transmisión y observe qué sucede con la señal modulada. Anote sus observaciones.

ANÁLISIS DE RUIDO

40. Ubique el control de ruido a la modulación. Agregue ruido en la señal banda base. Explique cómo afecta esto el proceso de modulación.
41. Repita el procedimiento del punto 7 para la portadora.

PRACTICA No. 7

PCM (PULSE CODE MODULATION)

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del módulo de modulación PCM.
- Entender los procesos y cambios de la modulación PCM ante la variación de distintos parámetros en el dominio de la frecuencia.

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

En qué consiste la modulación Pulse Code.

El proceso de modulación y demodulación a nivel de:

- a. Diagrama de bloques.
- b. Las relaciones matemáticas entre señales portadora y modulada.
- c. Las relaciones gráficas de estas señales en el dominio del tiempo.

Lea atentamente las instrucciones para utilizar el módulo FSK/PCM

MATERIALES

Módulo FSK/PCM.

Tarjeta de Adquisición NI USB-6008.

Cables.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

25. Prepare los equipos y el módulo para hacer la práctica en PCM.
26. Conecte la tarjeta de adquisición a las terminales del módulo y al PC. Abra la aplicación que está en el CD suministrado con el módulo.
27. Describa la señal que aparece en la ventana SEÑAL EXTERNA.
28. Modifique los controles RATE y NUMBER OF SAMPLES. ¿Cómo afecta esto a la señal? Anote sus observaciones.
29. Modifique la frecuencia de muestreo con el control respectivo en el panel frontal del módulo.
Explique qué cambios observa en el espectro de frecuencia.
Explique qué cambios ocurren con las señales enviadas y recibidas.
¿Cómo se afecta la información recibida comparándola con la información enviada?
30. ¿Cómo se afecta la señal de voz que escucha en el parlante cuando modifica la frecuencia de muestreo?
31. Observe el canal de datos. ¿Qué cambios se presentan cuando modifica la frecuencia de muestreo?
32. Modifique la frecuencia de muestreo con el control respectivo en el panel frontal del módulo.
Explique qué sucede con el espectro de frecuencia. Explique qué sucede con las señales enviadas y recibidas.
¿Cómo se afecta la información recibida comparándola con la información enviada?

CONCLUSIONES

Con este proyecto fue posible encontrar toda una serie de experiencias valiosas para lo que será nuestra vida profesional en el futuro: nos dimos cuenta qué tan valioso es trabajar para otros y que esas cosas que se hacen se sabe que no van a quedar inservibles en un rincón a su suerte, afortunadamente nuestro trabajo es una iniciativa que va a quedar en los laboratorios para el uso de todos los estudiantes, en una contribución a la universidad que sabemos será muy valiosa en aras de lograr una educación mas integral para los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia.

Otro punto importante de resaltar es que desde nuestro punto de vista logramos demostrar que es posible hacer equipos de excelente calidad y alta tecnología con poco presupuesto y con mano de obra netamente colombiana lo que es de suma importancia para la industria electrónica de nuestro país. Al comenzar a hacer el proyecto realmente dudamos que fuera posible llegar a una conclusión satisfactoria en este proyecto pero afortunadamente con dedicación y mucho trabajo se logro la tan anhelada meta de hacer funcionar estos equipos y darles un buen destino.

Solo nos queda agradecer a todas las personas que nos colaboraron para hacer este proyecto posible e invitar a cualquier interesado en el tema a conocer mas de nuestro trabajo y a continuar con esta iniciativa realmente útil para los estudiantes con el fin de contar cada día con mas y mas módulos para los diferentes temas de las diferentes materias que se ven en la carrera y así cada día formar mejores profesionales en el área de la Electrónica.

BIBLIOGRAFIA

[1] Universidad Virtual, Universidad Nacional de Colombia

[2] http://www.guw.cl/sitio/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=36

[3] http://www.labtel.cl/ing-civil/prop_ant/Experi_8.pdf

[4] ewh.ieee.org/soc/es/ IEEE Education Society

[5] <http://www.icl-didactica.com/ldcomunicaciones.html>

ICL Didáctica Módulos didácticos para comunicaciones

[6] <http://www.sigmaelectronica.net/rlp434b-p-668.html>

Sigma Electronics Módulos didácticos para comunicaciones

[7] <http://www.obcomunicaciones.com/modulos.php>

OBC comunicaciones Módulos didácticos para comunicaciones

[8] <http://www.fbk.com/product.aspx?pid=56-200>

Feedback Instruments Módulos didácticos para comunicaciones