

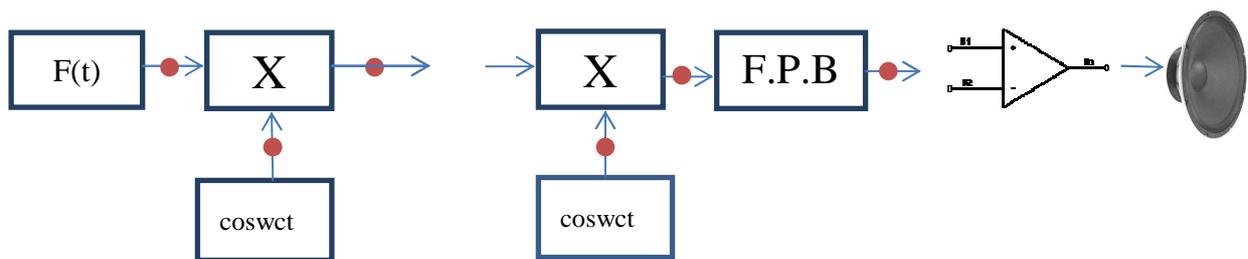
EQUIPO MODULADOR / DEMODULADOR DE TÉCNICAS DE AMPLITUD (DBLPS, AM, BLU) PARA LA ENSEÑANZA DE TEORÍA DE LAS COMUNICACIONES

Cattáneo, Diego Sebastián - diego_cattaneo@hotmail.com
 Departamento de Ingeniería en Electrónica
 Facultad Regional Villa María – UTN
 Av. Universidad 450 – Villa María - Córdoba

Introducción: Diagramación del Trabajo en Forma Bloquística

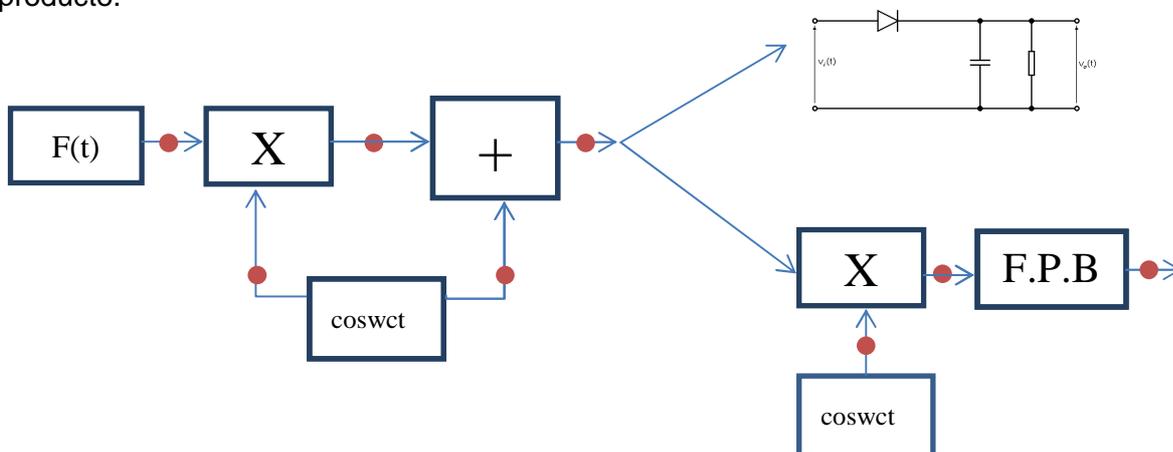
Ya que el trabajo es la forma tangible del desarrollo teórico en las teorías de las comunicaciones, es necesario primero definir los bloques que fueron necesarios construir en la electrónica. El tratamiento bloquístico es el primer paso y quizá el más importante, ya que a partir de él se desencadena el desarrollo completo del equipo. Un planteo correcto de los bloques, deriva por lo tanto, en una adecuada diagramación y un correcto funcionamiento.

Doble banda lateral con portadora suprimida: tanto la modulación como la demodulación tienen un enfoque periódico. La $f(t)$ es entonces a partir de un generador de funciones, como así también la portadora ω_c . Entre ambas existirá una relación de 10 veces, para lograr de este modo, una correcta visualización.



La salida del proceso de demodulación, deberá ser eventualmente amplificada para poder ser escuchada como un tono audible.

Doble banda lateral con portadora (A.M.): Se puede observar que este sistema, necesita contar además con un sumador y con la posibilidad que a la onda modulada pueda agregársele un offset, donde luego esta suma se traduce como nivel de portadora a la salida del multiplicador de producto.



Modulación y Demodulación de la A.M.

Como la detección puede realizarse de dos maneras distintas, es necesario contar con ambas formas de demodulación para establecer diferencias, niveles de ripple, efectividad de la detección, aprovechamiento de la energía.

Banda Lateral Única:

El método empleado para la obtención de la banda lateral única es el de compensación de fase, ya que quizá sea el método más característico de la forma de generación empleando multiplicadores. El método es claro en tanto se domine previamente el significado de multiplicar dos señales.

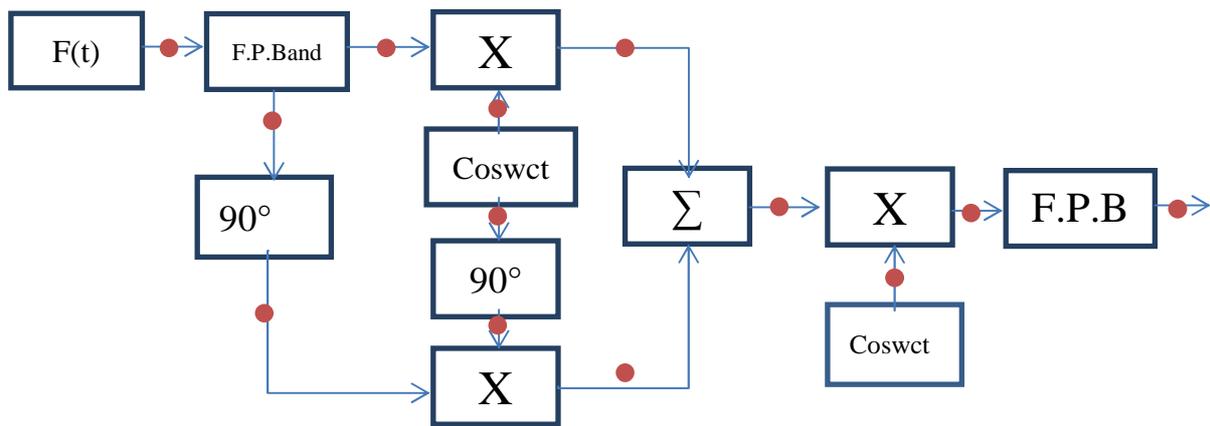


Fig. 3. Modulación y Demodulación de la B.L.U.

En esta diagramación puede observarse que se necesitan dos multiplicadores trabajando, a la vez que, tanto la portadora como la onda modulante deben estar desfasadas un ángulo recto, para luego entrar al sumador con los dos resultados de los productos. Luego, la etapa de demodulación es similar a los casos vistos anteriormente, por lo que aquí no es necesario agregar nada más.

Bloques diferenciados para que el estudiante pueda conectar los distintos bloques y generar las distintas técnicas de modulación de amplitud.

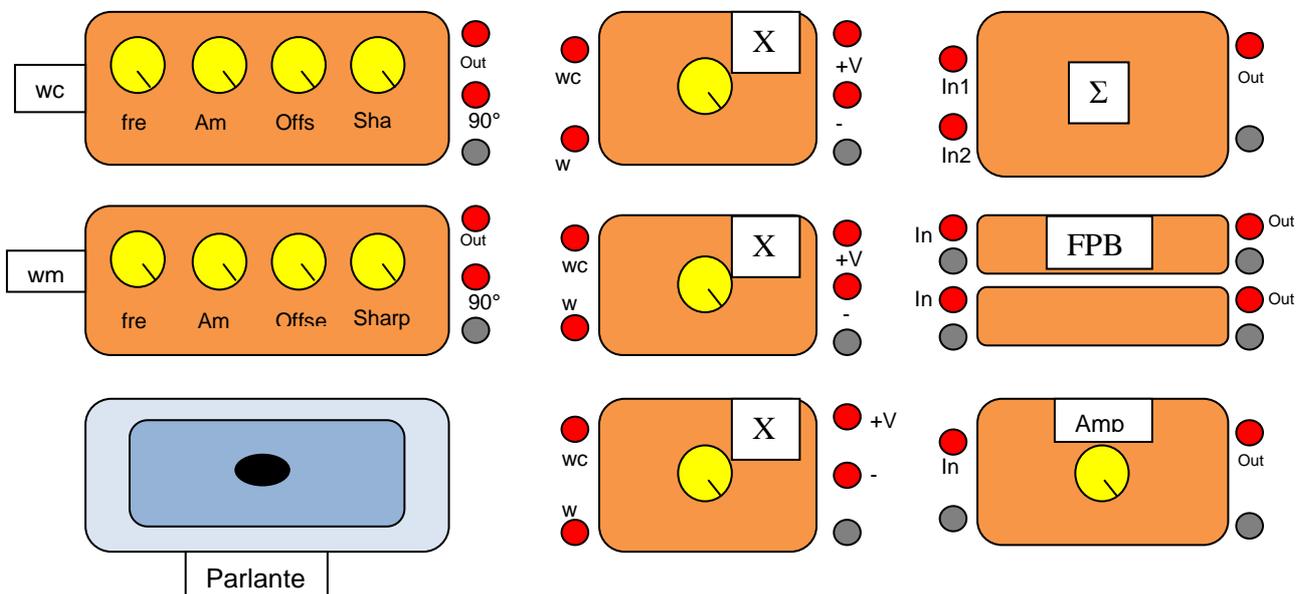


Fig. 4. Diagrama de Bloques Diferenciados

Funcionamiento del Equipo

A continuación se describen las experiencias que son posibles realizar con el equipo, el conexionado característico, la calibración de las partes, mediciones realizadas, como así también las formas de ondas obtenidas en tiempo y frecuencia.

Las experiencias pensadas para realizar en el laboratorio son:

- 1- Modulación de la DSB.
- 2- Demodulación de la DSB por reinyección de portadora.
- 3- Generación de Amplitud Modulada por offset en la modulante.
- 4- Demodulación de la AM con offset en la modulante por reinyección.
- 5- Demodulación de la AM con offset en la modulante por detección.
- 6- Generación de la AM por suma de portadora.
- 7- Demodulación de la AM por suma, por reinyección de portadora.
- 8- Demodulación de la AM por suma, por detección.
- 9- Generación de la BLU.
- 10- Demodulación de la BLU.

Ejemplo de Modulación de la DSB

A modo de ejemplo se muestran los resultados obtenidos en el osciloscopio digital de una de las técnicas de modulación generada por el equipo.

CH1	X1 (Vo+) 1V/Div Acoplamiento=CC	ω_m	Amp= 1 Vpp Frec= 10 KHz Offset = 0 Volt
CH2	ω_c (Vout) .5V/Div Acoplamiento=CC	ω_c	Amp = 1Vpp Frec = >50 KHz Offset = 0 Volt
Source	CH2	Base	20 μ seg/Div.

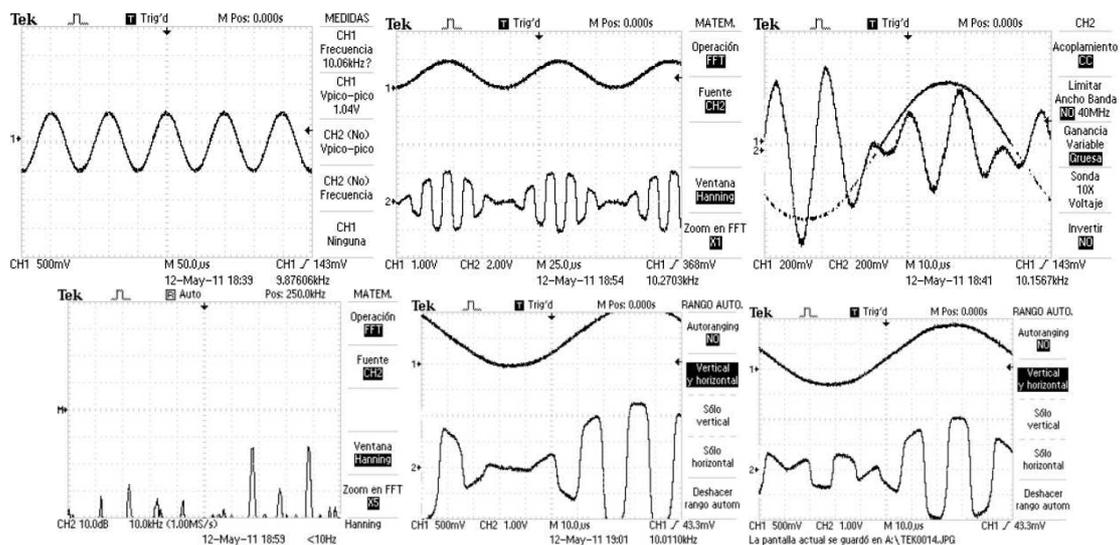


Fig. 5. Formas de onda obtenidas

En la Fig. 4 se observan las formas de onda obtenidas en tiempo y en frecuencia. Se ha elegido una portadora baja, para visualizar en detalle el resultado, como así también el cambio de fase en el cruce por cero. Se superpone la onda modulante ex profeso para contrastar resultados.

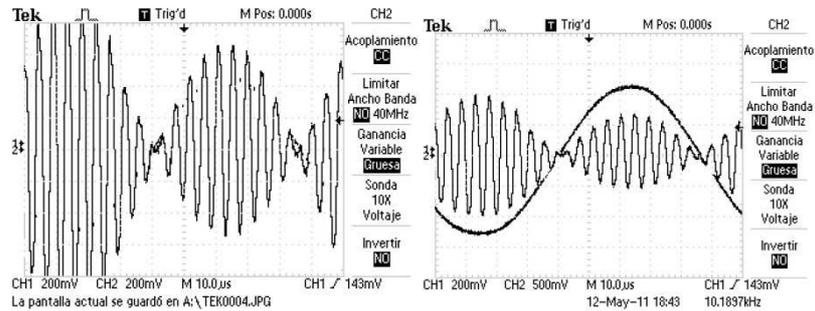


Fig. 6. Portadora con una mayor frecuencia.

En la Fig. 6 se utiliza portadora con una mayor frecuencia, donde todavía es posible visualizar el cambio de fase en el cruce por cero.

Conclusión

El aprendizaje de la teoría de las comunicaciones implica el conocimiento y dominio del tratamiento de señales analógicas, tanto matemáticamente como prácticamente en actividades de laboratorio. Las técnicas de visualización del tratamiento de señales recaen específicamente en tres instrumentos: el generador de ondas, el osciloscopio y el analizador de espectro, quedando el armado de los circuitos característicos como moduladores de producto, filtros pasa bajos, detectores, amplificadores de audio frecuencia y sumadores a cargo de la clase y de los estudiantes, que si bien no deja de ser una actividad técnica interesante, el proceso de entender cuál es el tratamiento de la señal hasta llegar a su forma final para ser transmitida, depende del tratamiento bloquístico de la temática, combinando los diferentes circuitos en su forma final y al mismo tiempo visualizando cada etapa del proceso para internalizar la esencia de la teoría.

Es por este motivo, que disponer de un equipo didáctico para la enseñanza, es una alternativa más que interesante, ya que brinda la posibilidad de trabajar simultáneamente la teoría y la práctica con un mínimo de preparación previa a la clase, brindando comodidad en la combinación de las partes que pertenecen al proceso de modulación y demodulación, en este caso, de las técnicas de amplitud: doble banda lateral con portadora suprimida, doble banda lateral con portadora, es decir la clásica A.M. (amplitud modulada) y banda lateral única.