

## PRÁCTICA #1

### ANALIZADOR DE ESPECTRO Y COMPONENTES ESPECTRALES

#### OBJETIVOS:

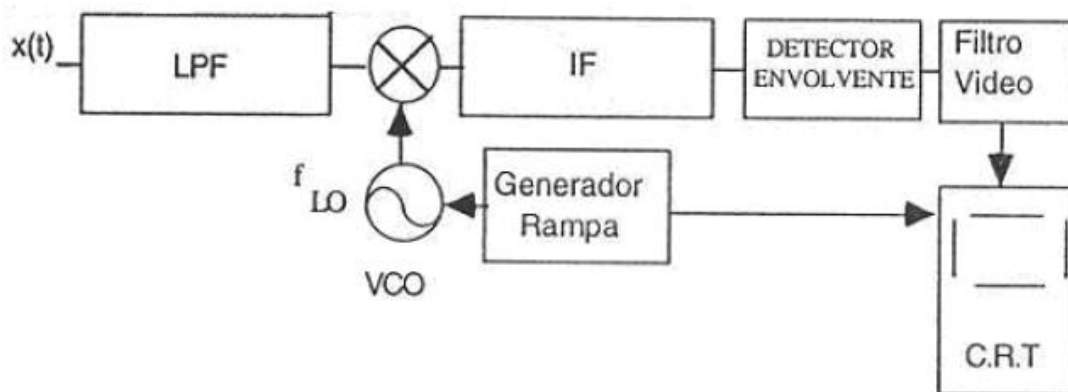
1. Familiarizarse con el uso del Analizador de Espectro.
2. Comprender el funcionamiento del Analizador de Espectro como un receptor superheterodino.
3. Realizar mediciones con el instrumento.

#### MATERIALES:

- 1 Osciloscopio
- 1 Generador de Señales.
- 1 Analizador de espectro.

#### INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

A pesar de lo natural que resulta analizar las señales en el dominio del tiempo, en el área de Comunicaciones resulta mucho más útil el Análisis Espectral o análisis en el dominio de la frecuencia. El analizador de espectros es el instrumento que permite visualizar el contenido espectral de las señales eléctricas. El tipo de analizador de espectros más utilizado es el de tipo superheterodino cuyo diagrama simplificado es el siguiente:



El generador de rampa controla la frecuencia inicial y final del VCO, y simultáneamente controla la deflexión horizontal del C.R.T. Esto define la zona de frecuencia a explorar de la señal  $x(t)$ . El mezclador efectúa el producto de  $x(t)$  y el tono proveniente del oscilador local. Al igual que en el receptor superheterodino, se selecciona  $f_{LO} = f_{IN} + f_{IF}$ . También se escoge  $f_{IF} = f_{LO\text{mín}}$  para asegurar que:  $f_{LO} + f_{IN} > f_{IF}$ . En este caso, la gama de frecuencias del analizador será:

$$0 < f_{IN} < (f_{LO\text{máx}} - f_{LO\text{mín}})$$

El filtro pasabajo a la entrada debe evitar la frecuencia imagen para lo cual debe tener un ancho de banda menor a  $2 f_{IF}$ . La frecuencia de corte del filtro pasabajo debe ser  $f_{LO\text{máx}} - f_{LO\text{mín}}$

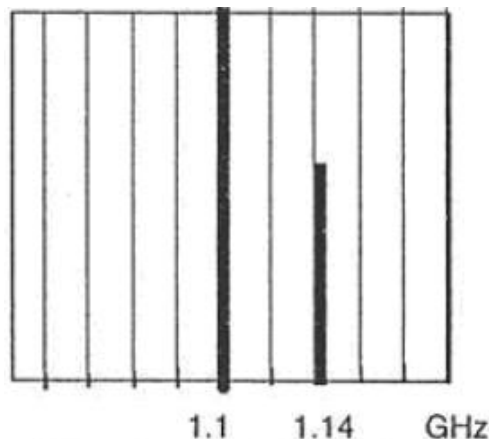
Por ejemplo: Queremos un analizador de espectros que permita visualizar un rango de frecuencias entre 0 y 1.5 GHz, colocando  $f_{IF} = 2.05\text{GHz}$ .

Por lo dicho anteriormente, el oscilador local barrerá desde 2.05 GHz hasta  $2.05\text{GHz} + 1.5\text{GHz} = 3.55\text{GHz}$ . Observe que la frecuencia imagen está distanciada  $2f_{IF} = 4.1\text{GHz}$ ; esta no pasará por el filtro pasabajo ya que su frecuencia de corte se fija en  $3.55\text{GHz} - 2.05\text{GHz} = 1.5\text{GHz}$ .

Generalizando para cualquier señal de entrada, lo que se está logrando es trasladar la señal de entrada, sea cual sea, a una zona fija de frecuencias alrededor de  $f_{IF}$ , de esta forma el tratamiento de la señal se independiza de la frecuencia que presenta.

Por ejemplo, imaginemos que queremos ver un rango entre 1 a 1.2GHz. Esto se fija en el analizador a través de la frecuencia central y el *frequency span/div*. Al hacer esta selección, el oscilador local barrerá entre 3.05 GHz y 3.25 GHz y la rampa producirá una deflexión horizontal en la pantalla que representará el barrido sobre la banda elegida.

Si por ejemplo, la señal es la suma de dos sinusoides de 1.1 y 1.14 GHz luciría así



La escala de amplitud puede ser lineal o logarítmica. La escala logarítmica es en dBm sobre 50 ohms y se calcula así:

$$10 \log \left( \frac{\frac{V^2}{50}}{1\text{mW}} \right) \quad (\text{Ecu 1})$$

## PREPARACIÓN: (PRE-LABORATORIO)

Para la realización de esta práctica usted deberá tener el conocimiento de lo que se indica a continuación y prepara el siguiente material, el cual incluirá en el informe que se entrega de esta práctica, con el objeto de realizar el correspondiente análisis de los resultados.

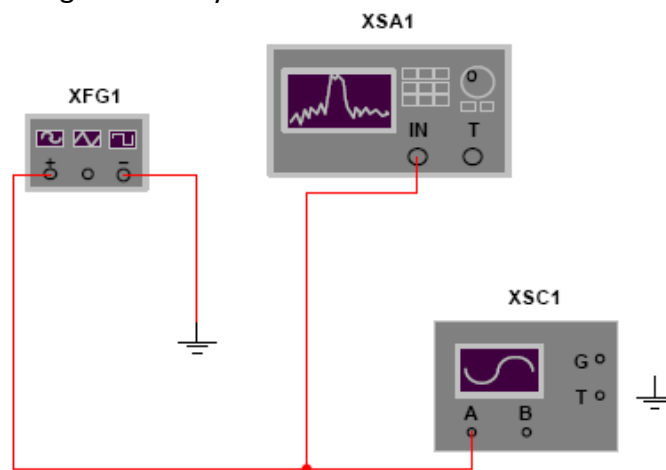
- ✓ Calcule la Serie de Fourier de señales periódicas tales como: onda cuadrada, onda rectangular (es decir, onda cuadrada con *duty cycle* distinto a 50%), triangular y

sinusoidal (los valores de frecuencia y amplitud serán establecidos durante la sesión del laboratorio).

- ✓ Calcule la Potencia de las señales anteriores en función de los parámetros que la definen. Y como estimar a partir del teorema de Parseval, y los coeficientes de la serie.
- ✓ Realice el Espectro Unilateral (solo parte Positiva) de la representación en Serie de Fourier de las señales antes mencionadas.
- ✓ Investigue las bandas de servicios comerciales, como Radio FM, TV Abierta, TV Digital Abierta, Bandas celulares. También la forma espectral esperada de cada una de estas tecnologías.

#### PROCEDIMIENTO:

Conecte los equipos de generación y de medición como se muestra en la figura:



Para esto debe realizar los pasos siguientes:

1. Genere (XFG1) una señal cuadrada de amplitud  $A$ , con  $DC=0$ , y frecuencia  $f_0$ . Cuide no superar la potencia máxima del analizador de espectro, puede dañarlo.
2. Observe y tome nota de la forma de onda en el dominio de la frecuencia (XSA1) y compruebe que esta señal genera armónicas de la frecuencia fundamental y si estas se corresponde con los valores esperados según la teoría. No olvide anotar también la potencia de cada una de las Armónicas.
3. Repita el proceso anterior para los siguientes tipos de ondas: rectangular, sinusoidal y triangular. Tome nota de, por lo menos, las primeras 7 armónicas ( $f_1=2f_0$ ,  $f_2=3f_0$ ,... $f_7=8f_0$ ) para cada tipo de señal (cuando sea el caso), compruebe que las componentes espectrales que se observa en el Analizador de Espectro se corresponden con la teoría de cada tipo de señales.
4. Compruebe que la potencia de cada armónica en los puntos 2 y 3 (valor medido con el Analizador de Espectro) se corresponde con la amplitud calculada de estas de manera teórica (recuerde emplear la Ecu 1).
5. Para el Caso de la Señal Sinusoidal pura, aumente la amplitud, sin llegar al límite del analizador, y observe las armónicas adicionales que aparecen.

6. Para el caso de la señal rectangular, varíe el Duty cycle, y observe el cambio de las amplitudes de las armónicas.
7. Analice los resultados y emita conclusiones para cada caso.
8. Utilizando la antena en el puerto de entrada del Analizador de espectro, identifique las formas de espectro, de los servicios comerciales, como Radio FM, TV analógica, TV Digital, y Celulares.

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

ALAN OPPENHEIM y ALAN WILSKY. Señales y Sistemas. 2da Edición. Prentice Hall. 1997.  
BRUCE, Carlson. Sistemas de Comunicación. Editorial Thomson Learning  
STREMLER, F, G. Introducción a los sistemas de comunicación. Pearson, 1998.