



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
1	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Modulación por Amplitud de Pulsos (PAM)	1½

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

Un sistema de Modulación por Amplitud de Pulsos (MAP o PAM) basa su funcionamiento en el teorema de muestreo, el cual indica lo siguiente: "Si una señal es muestreada a una tasa mayor a dos veces su frecuencia ($f_s > 2f_m$), esta podrá ser recuperada a partir de sus muestras".

La función que describe en el dominio de la frecuencia a la señal muestreada idealmente es la siguiente:

$$F_s = \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - n\omega_s)$$

Esta ecuación indica, que el espectro de la señal muestreada está compuesta por espectros de la señal original desplazados a múltiplos enteros de la frecuencia ω_s y multiplicados por un factor $1/T_s$, donde ω_s es la frecuencia de muestreo. Si suponemos que la señal $f(t)$ está representada por el espectro $F(\omega)$ mostrado en la figura 1 a) gráficamente el teorema de muestreo se vería como la señal representada en la figura 1 b).



Formato para prácticas de laboratorio

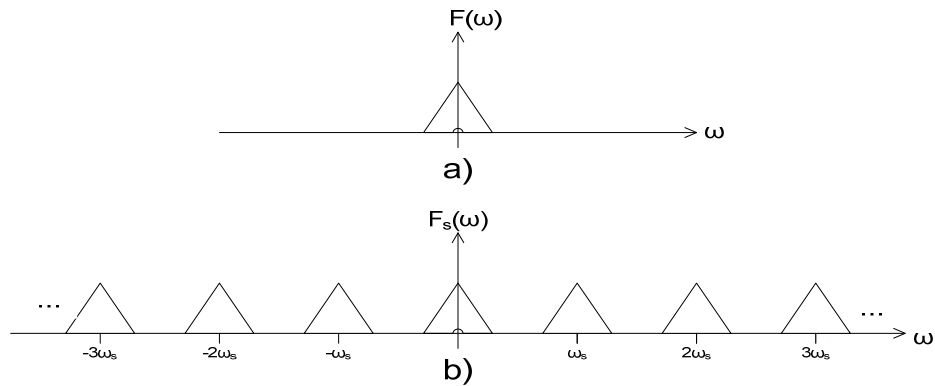


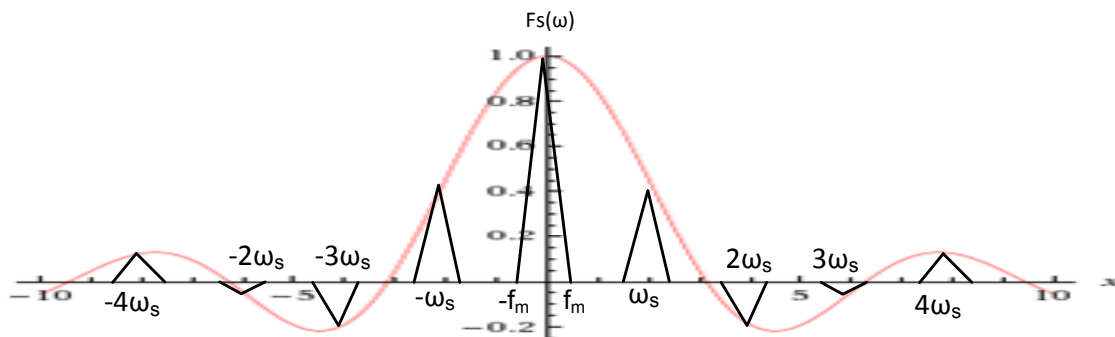
Figura 1. Teorema de muestreo

De esta figura se observa que la señal original $f(t)$ puede ser recuperada pasando la señal $F_s(\omega)$ por un filtro pasa-bajas con un ancho de banda de f_m . En la práctica, no se puede muestrear idealmente; debido a la imposibilidad de generar impulsos, de tal forma que la duración del pulso afecta la amplitud de los espectros de la señal muestreada. Para pulsos de duración t se tiene que la señal muestreada está dada por:

$$F_s = \frac{kT}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} S_a\left(\frac{N\omega_s T}{2}\right) F(\omega - n\omega_s)$$

Donde: k es la amplitud del pulso

Gráficamente esta ecuación se vería como se muestra a continuación:



2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

Construir un modulador por amplitud de pulsos (PAM) para observar su funcionamiento en tiempo y frecuencia y ver el efecto que tiene la variación del ancho del pulso en el muestreo.

3.- EQUIPO:

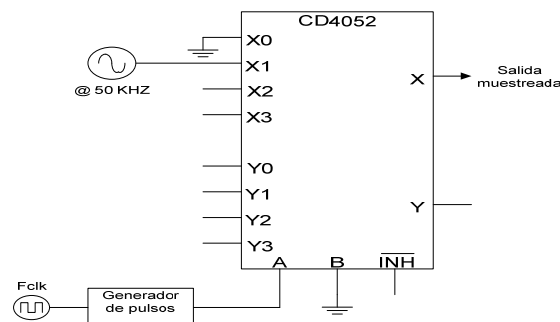
- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

- Proto Board
- CI CD4052 ó 74HCT4052
- CI 74121 ó 74123
- CI LF351 ó LF353
- Potenciómetro, Resistencia y capacitor a calcular.

5.- PROCEDIMIENTO:

1. En base al circuito 74121 o equivalente diseñe y construya un generador de pulsos de duración variable que pueda generar un pulso con una duración de 0.2 μseg a 10 μseg (ponga especial énfasis en el valor inferior). Este circuito debe ser disparado por una señal de reloj (TTL). Pruebe el funcionamiento del generador utilizando una frecuencia de 100 KHz.
2. Arme el circuito mostrado en la figura. Conecte V_{CC} , V_{EE} , GND e $\overline{INH}$ de manera apropiada (consulte hojas de datos del circuito)



3. Con un generador aplique una señal sinusoidal de 50KHz y de 6 Vpp a la entrada del circuito X_1 . Con el analizador de espectro o con el osciloscopio configurado en TFT observe el espectro de la señal de entrada (información). Dibuje la señal obtenida.



Formato para prácticas de laboratorio

4. Ajuste el generador de reloj a una frecuencia ligeramente mayor a la frecuencia de muestreo mínima requerida ($f_s \geq 2 f_m$).
5. Ajuste el generador de pulsos de tal forma que se obtenga la mínima duración posible ($\approx 0.2 \mu\text{seg}$).
6. Con el osciloscopio observe las señal muestreada (salida del circuito) comparándola con la señal original. Dibuje la señal obtenida. Respecto a la señal original **¿de qué tamaño (amplitud) son las muestras?**
7. Con el analizador de espectros observe las señal muestreada (ajuste el analizador para mostrar al menos 5 armónicas). Dibuje la señal obtenida. **Explique que se observa en el analizador de espectros indicando a que corresponde cada impulso observado.** Considerando un filtro pasa bajas ideal **¿Se puede recuperar la señal original a partir de sus muestras? Explique su respuesta.**
8. Incremente lentamente la frecuencia de muestreo (frecuencia de reloj) hasta llegar al menos a 500KHz observando en todo momento la señal de salida en analizador de espectros. Dibuje las señales obtenidas. **Explique ampliamente lo que se observa.** Considerando un filtro pasa bajas real **¿Se puede recuperar la señal original a partir de sus muestras tomadas a una frecuencia mucho mayor a $2f_s$? Explique su respuesta.**
9. Ajuste la frecuencia de muestro a 75 KHz observando la salida del circuito de muestreo en el osciloscopio y en analizador. Dibuje las señales obtenidas. **Explique ampliamente lo que se observa.** **¿Se puede recuperar la señal original a partir de esta frecuencia de muestreo? ¿por qué?**
10. Ajuste el analizador de espectros para desplegar en la pantalla al menos un ancho de banda de 2 MHz. Ajuste la frecuencia de muestreo a 200 KHz.
11. Coloque un canal del osciloscopio a la salida del generador del pulso con el fin de medir la duración del mismo. Incremente lentamente la duración del pulso observando con el analizador de espectros la salida del circuito de muestreo. Dibuje las señales obtenidas. **Explique ampliamente lo que se observa.** Nota: relacione el cruce por cero de la función sampling con la duración de los pulsos. **¿cuál es la relación entre el cruce por cero de la función sampling y el ancho del pulso de muestreo? ¿hay alguna distorsión en el espectro de la señal original?**

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formato para prácticas de laboratorio

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
10	NOMBRE DE LA PRACTICA	Modulación por Corrimiento de Fase en Cuadratura (QPSK)	2

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un modulador QPSK para observar su comportamiento en tiempo y frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

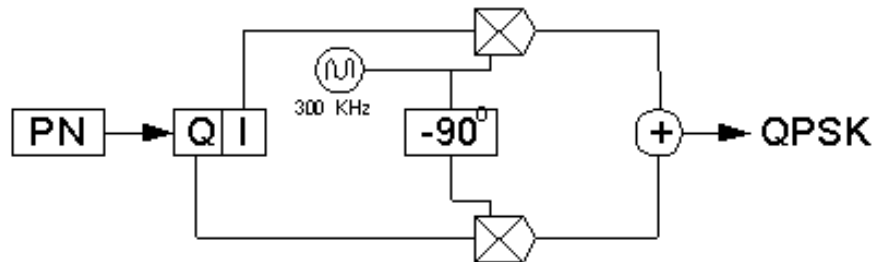
- Circuitos armados en las prácticas anteriores (Generador pseudoaleatorio y modulador PSK)
- 2 CI LF351 ó LF353
- 2 CI 7474 Flip-flop tipo D
- Capacitares, resistencia y potenciómetros

5.- PROCEDIMIENTO:



Formato para prácticas de laboratorio

1. Construya un modulador QPSK en base al siguiente diagrama a bloques o a algún circuito comercial.



2. Con el osciloscopio observe la relación que hay entre la señal PN y el canal I. Haga un dibujo de la señal obtenida.
3. Repita el paso 2 para la señal Q.
4. Con el analizador de espectros observe el espectro de las señales I y Q. Haga un dibujo de una de ellas. ¿Hay diferencia entre los espectros de I y Q? ____ ¿Por qué? ____ ¿Cuál es el ancho de banda del 1er cruce por cero para éstas señales? ____ ¿Cuál es la razón entre $AB_{Q,I}$ y AB_{PN} ($AB_{Q,I} / AB_{PN}$)? ____
5. Con el osciloscopio observe la relación entre el canal I y la salida del modulador I. Dibuje la señal obtenida. ¿A qué tipo de modulación corresponde? ____
6. Repita el paso 5 para el canal Q.
7. Observe el espectro de la salida de los moduladores de uno de los canales (I o Q). Haga un dibujo de la señal obtenida. ¿Cuál es el ancho de banda del 1er cruce por cero? ____
8. Con el osciloscopio observe la señal de salida QPSK respecto a la señal PN. ¿Cuál es la relación entre estas señales? ____
9. Observe el espectro de la señal QPSK y haga un dibujo del mismo. ¿Cuál es el ancho de banda del 1er cruce por cero? ____ ¿Cuál es la razón entre el AB_{QPSK} y AB_{PSK} ? ____

¿En qué principio se basa el funcionamiento del modulador QPSK que permite un ahorro del ancho de banda? ____ Explique y demuestre este principio ____.

6.- CONCLUSIONES:



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formato para prácticas de laboratorio

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
2	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Modulación por Duración de Pulsos (PWM)	1½

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir el modulador y demodulador PWM (Pulse Wide Modulation – Modulación por Duración de Pulsos) para observar su funcionamiento en tiempo y frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

- Proto Board
- LM 555 Temporizador
- Filtro pasa bajas de segundo orden @ 10 KHz (construido con CI LF351 ó LF353)
- Potenciómetro 10KΩ y capacitor 0.001μF (102)

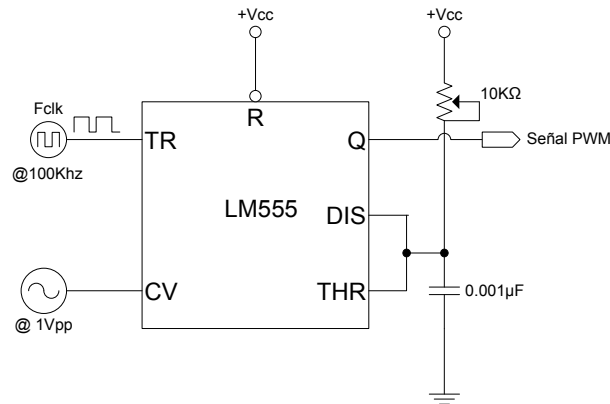
5.- PROCEDIMIENTO:

1. Arme el siguiente circuito en base al CI LM555.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio



- Ajuste el generador utilizado para la señal de reloj de tal forma que genere una frecuencia de 100KHz con el periodo en alto lo más grande posible y el periodo en bajo lo más corto posible, utilice para ello el control de simetría (observe que la frecuencia no varíe).
- Ajuste el generador de información (señal sinusoidal) de aproximadamente 1Hz y 1 Vpp (esta señal servirá únicamente para ajustar el funcionamiento del modulador). Agregue un desbalance (offset) de +2Vcd.
- Ajuste el potenciómetro del modulador hasta obtener una variación uniforme del ancho del pulso; esto es, que siempre se genere un pulso y que no se empalme un pulso con otro.
- Una vez ajustado el modulador, cambie la frecuencia de la señal sinusoidal a 10 KHz. Esta será la señal de información.
- En el osciloscopio coloque en el canal 1 la señal $f(t)$ (información) y en el canal 2 la salida PWM. Ajuste el osciloscopio para obtener únicamente un ciclo de de la señal de información. **Dibuje las señales obtenidas. ¿Qué sucede con el ancho del pulso respecto a la amplitud de la señal de entrada? ¿Esta modulación es analógica o digital?** Justifique su respuesta.
- Con el analizador de espectros observe el espectro de la señal PWM. **Dibuje el espectro y explique lo que se observa. ¿En el espectro hay componentes que correspondan a la señal original? ¿Cómo se podrá recuperar la señal de información a partir de este espectro?** Explique
- Coloque el filtro pasa bajas a la salida del modulador. Con el osciloscopio observe la señal de salida del filtro comparándola con la señal de información. **Dibuje las señales obtenidas y explique. ¿Qué se obtiene a la salida del filtro?**
- Observe la salida del filtro con el analizador de espectros. **Dibuje la señal obtenida y explique.** Si existe alguna diferencia observada en el osciloscopio entre la señal de



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

información y la recuperada a través del filtro en el paso 8 ¿cómo se justifica esta diferencia según lo observado en el analizador de espectro? ¿Cómo se solucionaría esto?

10. Disminuya lentamente la frecuencia de la señal de información observando en el osciloscopio y en el analizador lo que sucede. **Explique lo que ocurre.**

6.- **CONCLUSIONES:**

7.- **BIBLIOGRAFÍA:**

8.- **ANEXOS:**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
3	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Modulación Delta (DM)	1

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir el modulador y demodulador delta para observar su funcionamiento en tiempo.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

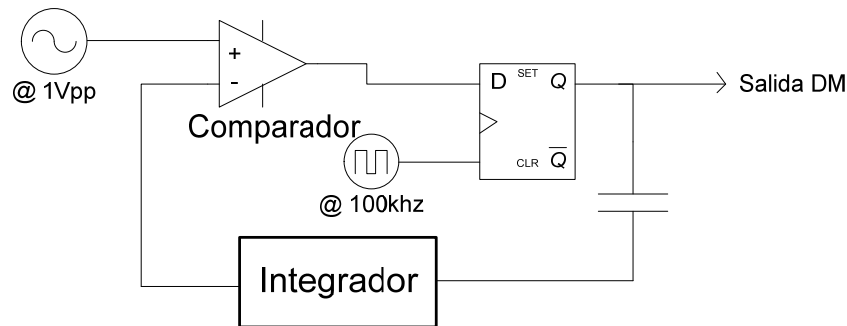
- Proto Board
- Comparador analógico
- Filtro pasa bajas de segundo orden @ 10 KHz (construido con CI LF351 ó LF353)
- Dos integradores
- Flip flop "D" (7474)

5.- PROCEDIMIENTO:

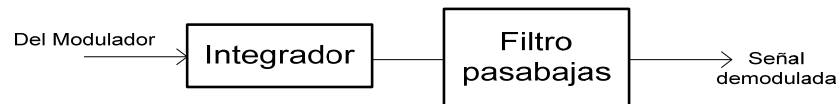


Formato para prácticas de laboratorio

1. Diseñe y construya dos integradores pasivos (capacitor y resistencia) en los cuales en un periodo de integración de $10\ \mu\text{s}$ y un voltaje de entrada de $2.5\ \text{V}$ se obtenga una señal de salida de $0.1\ \text{V}$.
2. Arme el siguiente circuito correspondiente al modulador delta. Ajuste el generador utilizado para la señal de reloj de tal forma que genere una frecuencia de $100\ \text{KHz}$ y el generador sinusoidal a una frecuencia de $10\ \text{KHz}$ y $1\ \text{Vpp}$.



3. Con el osciloscopio observe la señal de información (sinusoidal) y compárela con la salida del integrador. **Dibuje las señales obtenidas ¿Qué función cumple el integrador?**
4. Cambie la punta del osciloscopio de la señal sinusoidal a la salida del modulador. **Dibuje las señales obtenidas. ¿cuándo genera un 1 el modulador? ¿Cuándo se genera un 0? ¿cuál es la tasa de bits del modulador? ¿De qué depende esta velocidad?**
5. Arme el circuito correspondiente al demodulador delta (ver el siguiente diagrama a bloques) y colóquelo a la salida del modulador



6. Con el osciloscopio observe la señal de salida del integrador y del filtro respecto a la señal digital (salida del modulador). **¿Qué función cumple el integrador? ¿Cuál es la función de filtro? Dibuje las señales obtenidas y explique lo que sucede.**
7. Con el osciloscopio compare la señal de salida del demodulador con la señal sinusoidal original. **¿Son estas señales similares o iguales? Dibuje las señales obtenidas y explique lo que sucede.**
8. Repita los pasos 4 a 8 (exceptuando el 6) para una señal cuadrada y una señal triangular de $1\ \text{KHz}$ y $1\ \text{Vpp}$. **¿Cuál señal puede seguir más fielmente el integrador? ¿Por qué? ¿Qué**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

sucedería si la frecuencia de las señales cuadrada y triangular fueran igual a la sinusoidal? Compruebe su respuesta aumentando la frecuencia de ambas a 10KHz.

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
4	NOMBRE DE LA PRACTICA	Generador De Datos Pseudo Aleatorio y Codificación	1

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un generador de datos pseudo-aleatorio y los codificadores no retorno a cero (NRZ), retorno a cero (RZ) y Manchester para observar su funcionamiento en tiempo y frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

- Proto Board
- CI 74164 ó 74374 ó 7474
- CI 7486
- CI 7408

Resistencia y capacitor a calcular **TEORÍA:**



Formato para prácticas de laboratorio

5.- PROCEDIMIENTO:

1. De la tabla de polinomios generadores de máxima secuencia seleccione un polinomio de los correspondientes a una longitud de registro de corrimiento (k) de 8 bits. En base al C.I. 74164 (registro de corrimiento) y al C.I. 7486 (EX-OR) arme la ecuación seleccionada para implementar el generador pseudo-aleatorio (PN), tenga cuidado de que cada salida del registro de corrimiento tenga el mismo retardo repropagación con respecto a la entrada del registro de corrimiento. **Arme con el mayor cuidado posible este circuito ya que será utilizado en cada una de las prácticas a realizarse en el semestre.**
2. Con un generador de funciones configurado para generar una señal cuadrada TTL alimente la señal de reloj con una frecuencia de 50 KHz. Observe con el osciloscopio la señal de salida. ¿Funciona el circuito? ____ ¿Por qué? _____. Haga las correcciones pertinentes y vuelva a observar la salida con el osciloscopio. Esta señal corresponde a la señal NRZ. Dibuje la señal obtenida respecto al reloj. ¿Cuál es el periodo de un bit? _____
3. Con el analizador de espectros observe la señal de salida del generador de PN. Dibuje la señal obtenida. ¿Cuál es el ancho de banda del primer cruce por cero de la señal? _____ ¿Cómo se le conoce comúnmente a este tipo de señal? _____
4. Construya un codificador RZ y colóquelo a la salida del generador de PN. Con el osciloscopio observe la señal RZ comparándola con la señal NRZ. Dibuje las señales resultantes.
5. Repita el paso 3 para la señal RZ. ¿Cuál es el ancho de banda del primer cruce por cero de la señal? _____ ¿Es mayor o menor que el ancho de banda de la señal NRZ? _____ ¿Qué diferencia hay (aparte del ancho de banda) entre el espectro de esta señal y el espectro de la señal NRZ? _____ ¿A qué se debe? _____ o ¿con qué está relacionada esta diferencia? _____ ¿Qué ventaja nos presenta esta señal respecto a la NRZ? _____
6. Construya un codificador Manchester y sustitúyalo en lugar del codificador RZ a la salida del generador de PN. Con el osciloscopio observe la señal Manchester comparándola con la señal NRZ. Dibuje las señales resultantes.
7. Repita el paso 5 contestando cada una de las preguntas señaladas en este punto.

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formato para prácticas de laboratorio

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
5	NOMBRE DE LA PRACTICA	Modulador y demodulador por Corrimiento de Amplitud (ASK).	2

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un modulador ASK y los demoduladores coherente y no coherente para observar su comportamiento en tiempo y frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- 2 Generadores de Funciones

4.- MATERIAL:

- Circuito armado en la práctica anterior (Proto Borrada, 74164 ó 74374 ó 7474, 7486, 7408)
- CI CD4052 '0 74HCT7452 o alternativamente un multiplicador analógico (ejemplo AD734)
- Diodo de conmutación rápida 1N914
- Resistencia y capacitor a calcular
- CI LM1496

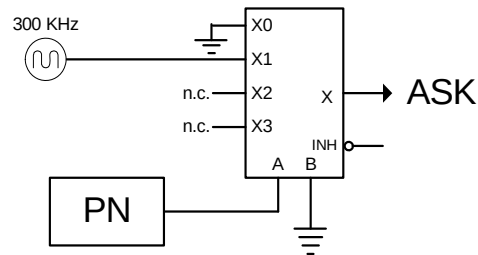
5.- PROCEDIMIENTO:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

1. En base al circuito integrado CD4052 (o alternativamente a través de un multiplicador analógico) arme un modulador ASK como se muestra en la figura siguiente (revise el manual de datos para entender el funcionamiento del circuito y conectar la pata INH de manera apropiada).



2. Con el osciloscopio observe la señal ASK respecto a la señal pseudoaleatoria. Haga un dibujo de las señales obtenidas.
3. Con el analizador de espectro (o un osciloscopio con FFT); configurado a una frecuencia central de 300 KHz, un span de 50 KHz y un ancho de banda de resolución de 3KHz, observe el espectro de salida del modulador ASK. Haga un dibujo de la señal obtenida. ¿Cuál es el ancho de banda del primer cruce por cero? _____ ¿La espiga a f_c (frecuencia de portadora) a qué es debida? _____
4. Con un diodo de conmutación rápida construya un detector de envolvente (haga el diagrama e indique los cálculos requeridos para el mismo) considerando que $f_c = 300 \text{ KHz}$ y F_{clk} . Observe con el osciloscopio la señal de salida del detector de envolvente comparándola con la señal de información. Haga un dibujo de la señal obtenida. ¿Se recuperó la señal de información? _____ ¿Se requiere de algún procesamiento adicional para obtener la señal TTL? _____ Si la respuesta es sí ¿qué circuito se requiere? _____
5. Observe el espectro de la señal de salida del detector de envolvente. Haga un dibujo de la señal obtenida. ¿El espectro es el mismo que el de la señal de información? _____ ¿Por qué? _____
6. En base al CI MC1496 construya la configuración de modulador/demodulador balanceado y colóquelo en lugar del detector de envolvente. . ¿Se recuperó la señal de información? _____ ¿Se requiere de algún procesamiento adicional para obtener la señal TTL? _____
7. Observe el espectro de la señal de salida del detector de envolvente. Haga un dibujo de la señal obtenida. ¿El espectro es el mismo que el de la señal de información? _____ ¿Por qué? _____

NOTA: no desarme el generador pseudoaleatorio y los demoduladores.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

Formato para prácticas de laboratorio

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
6	NOMBRE DE LA PRACTICA	Regenerador Digital	1

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Diseñar y construir un regenerador digital para observar su funcionamiento en tiempo y frecuencia, así como entender el uso del diagrama de ojo en sistemas digitales.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- 2 Generadores de Funciones

4.- MATERIAL:

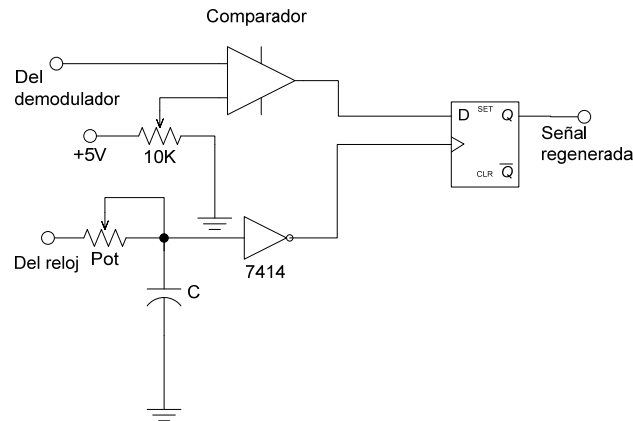
- Circuitos armados en las prácticas anteriores (Generador pseudoaleatorio, modulador ASK y demoduladores coherente y no coherente)
- CI 7474 flip-flop tipo D
- CI LM 339 Comparador analógico
- 2 potenciómetros de 10 K Ω
- Capacitor a calcular
- CI 7414 inversor Schmitt trigger



Formato para prácticas de laboratorio

5.- PROCEDIMIENTO:

1. Construya el siguiente circuito en base a un comparador analógico y un flip-flop tipo D (7474). Calcule el valor del capacitor de forma que $5\tau = \frac{1}{f_{CLK}}$.



2. Ajuste los dos canales del osciloscopio de tal forma que tengan el mismo nivel de referencia de tierra. Conecte el canal 1 del osciloscopio a la salida del demodulador (práctica 1) y el canal 2 al nivel de referencia del comparador.
3. Conecte una punta en la entrada externa de disparo (trigger) del osciloscopio y colóquela a la señal de reloj del sistema. Configure el osciloscopio para que el disparo sea través de la entrada externa, con esto se observará el patrón de ojo del demodulador. Ajuste el tiempo del osciloscopio para observar máximo 3 periodos de reloj.
4. Ajuste el **nivel de decisión** a través del potenciómetro (el nivel de decisión óptimo, en general, es valor medio entre el 1 y el 0). Dibuje la señal obtenida.
5. Cambie la punta del canal 2 a la salida del circuito de desplazamiento. Ajuste el **instante de decisión** a través del potenciómetro del circuito RC de tal forma que el flanco de subida esté en el instante óptimo de decisión (mayor separación entre el 0 y el 1). Dibuje la señal obtenida.
6. Una vez ajustado el nivel de decisión y instante de decisión del regenerador configure el osciloscopio para que la señal de sincronía (disparo) sea el canal 1. Coloque el canal 2 a la salida del regenerador y compare la señal regenerada con la señal remodulada. Dibuje la señal obtenida.
7. Observe la señal regenerada a través del analizador de espectros. ¿El espectro obtenido es el mismo que el de la señal pseudoaleatoria? Dibuje la señal obtenida.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

8. Cambie el canal 1 a la salida del generador pseudoaleatorio para comparar la señal de información con la señal regenerada. ¿Son las mismas? Dibuje la señal obtenida.

Nota: Al terminar la práctica puede desarmar únicamente el regenerador digital, dejando intacto el generador pseudoaleatorio, el modulador ASK y los demoduladores.

6.- **CONCLUSIONES:**

7.- **BIBLIOGRAFÍA:**

8.- **ANEXOS:**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
7	NOMBRE DE LA PRACTICA	Modulación por Corrimiento de Frecuencia (FSK)	1

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un modulador FSK para observar su funcionamiento en tiempo y frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- 2 Generadores de Funciones

4.- MATERIAL:

- Circuitos armados en las prácticas anteriores (Generador pseudoaleatorio, modulador ASK y demoduladores coherente y no coherente)



Formato para prácticas de laboratorio

5.- PROCEDIMIENTO:

1. Construya un oscilador de señal cuadrada TTL a través del CI LM555 o algún circuito equivalente que genere una señal de 50KHz.
2. Modifique el modulador ASK realizado en la práctica #2, desconectando la pata X_0 de tierra e introduciendo un segundo generador de funciones configurado para generar una onda sinusoidal f_0 de $6V_{pp}$ @ 300KHz. Ajuste el generador de la entrada X_1 a una frecuencia de 600KHz @ $6V_{pp}$.
3. Con el osciloscopio observe la salida X (señal modulada FSK) y la señal de datos pseudoalatorios. Dibuje la señal obtenida
4. Con el analizador de espectros ajustado para una frecuencia central de 450 KHz y un span/cuadro de 50 KHz, observe la señal de salida FSK. Dibuje la señal obtenida. ¿Cuál es el ancho de banda del primer cruce por cero de la señal? ¿Cuál es el ancho de banda mínimo teórico del primer cruce por cero para esta señal?

Nota: No desarme la práctica

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
8	NOMBRE DE LA PRACTICA	Modulación por Corrimiento de Fase (PSK)	2

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un modulador PSK para observar su comportamiento en tiempo y frecuencia, además de observar el efecto del cambio de frecuencia en el demodulador coherente.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

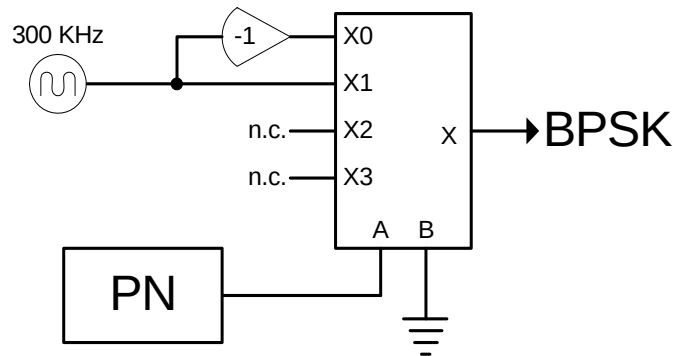
- Circuitos armados en las prácticas anteriores (Generador pseudoaleatorio, modulador FSK y demoduladores coherente y no coherente)
- CI LF351 ó LF353 Amplificadores operacionales de ancho de banda amplio

5.- PROCEDIMIENTO:

1. Con el CI LF351 ó LF353 construya un amplificador inversor de ganancia unitaria.



Formato para prácticas de laboratorio



2. Conecte la salida del inversor a la entrada X0 del CD4052 y la entrada a la señal de portadora de 6Vpp @ 300KHz; como se muestra en la figura siguiente.
3. Observe la señal de salida BPSK con el osciloscopio en relación a la señal de PN. Haga un dibujo de la señal obtenida.
4. Con el analizador observe el espectro de la señal de salida y haga un dibujo de la señal obtenida. ¿Cuál es el ancho de banda de la señal obtenida? ¿Cuál es la diferencia del espectro respecto al espectro ASK? ¿A qué se debe dicha diferencia?
5. Coloque a la salida del modulador el demodulador coherente construido con el CI LM1496. Observe en tiempo y frecuencia la salida del demodulador haciendo un dibujo de la señal de salida del demodulador.
6. Con un generador adicional genere una señal con características "idénticas" a la portadora. Coloque éste generador como portadora del demodulador. Observe en tiempo y frecuencia la señal de salida del demodulador.
7. Varíe lentamente la portadora del demodulador observando lo que sucede en tiempo y frecuencia. ¿Qué es lo que sucede? ¿Por qué sucede esto?

Nota: No desarme la práctica

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ENSENADA
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD

Formato para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica	2003-1	5099	Comunicaciones Digitales

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Comunicaciones Digitales	DURACIÓN (SESIONES)
9	NOMBRE DE LA PRACTICA	Modulador Diferencial por Corrimiento de Fase (DPSK)	1

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.C. Humberto Cervantes De A.	Dra. Rosa Martha López Gutiérrez	M.C. Carlos Gómez Agis	M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Maestro	Coordinador de la Carrera	Subdirector	Director de la Facultad

1.- INTRODUCCIÓN:

2.- OBJETIVO (COMPETENCIA):

Construir un modulador DPSK para observar su funcionamiento en tiempo y en frecuencia.

3.- EQUIPO:

- Fuente de Voltaje
- Osciloscopio
- Analizador de espectros u Osciloscopio con TFT
- Generador de Funciones

4.- MATERIAL:

- Circuitos armados en las prácticas anteriores (Generador pseudoaleatorio y modulador PSK)
- CI 7474 Flip-flop tipo D
- CI 7486 compuertas EX-OR

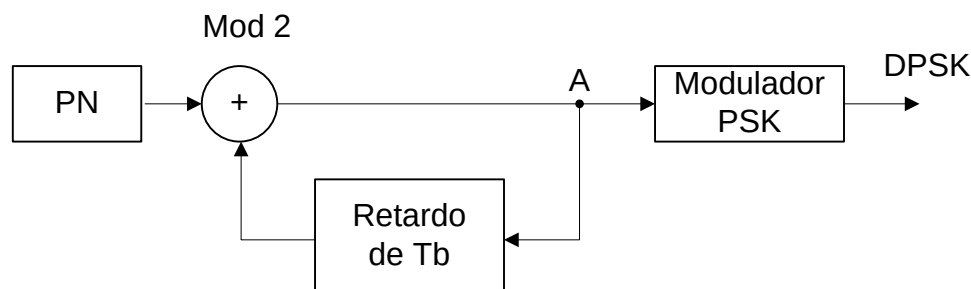
5.- PROCEDIMIENTO:

1. Construya el modulador DPSK mostrado en la figura siguiente en base al modulador BPSK



Formato para prácticas de laboratorio

realizado en la práctica anterior (el bloque diferencial se debe colocar entre la entrada A del 4052 y la salida de PN).



2. Con el osciloscopio observe la señal de salida del circuito diferenciador (punto A) respecto a la señal de salida del PN. Dibuje las señales obtenidas. Explique cual es la relación entre la señal de PN y la diferencial.
3. Con el analizador de espectro, observe la señal diferencial, haga un dibujo de la misma. ¿Es una señal de banda base? ¿Por qué? _____. ¿Hay alguna diferencia del espectro de la señal diferencial respecto al PN? _____ ¿Por qué? _____
4. Con el osciloscopio observe la señal de salida del modulador DPSK respecto a la señal de PN. Haga un dibujo de la señal observada. Explique lo que sucede _____.
5. Con el analizador de espectros observe la salida DPSK, haga un dibujo de la señal obtenida. ¿Hay alguna diferencia entre el espectro de la señal DPSK y BPSK? _____ ¿Por qué? _____
6. ¿Cuál es la ventaja del sistema DPSK respecto al BPSK? _____

Nota: Se puede desarmar la parte diferencial pero se debe conservar el generador pseudoaleatorio y el modulador PSK.

6.- CONCLUSIONES:

7.- BIBLIOGRAFÍA:

8.- ANEXOS:

LISTA DE MATERIAL

Práctica #1	Proto Board C.I. CD4052 ó 74HCT4952 Mux/Demux analógico C.I. 74121 ó 74123 Multivibrador monoestable (2) C.I. LF351 ó LF353 Op-Amp de banda amplia
Práctica #2	C.I. LM 555 timer Potenciómetro multivuelta 10 K Ω Capacitor 0.001 μ F
Práctica #3	C.I. 7474 Flip-Flop tipo D C.I. LM119, LM219 ó LM339 Comparador analógico
Práctica #4	C.I. 74164, 74374 ó (4)7474 C.I. 7486 C.I. 7408
Práctica #5	1N914 Diodo de conmutación rápida C.I. LM1496 Modulador/demodulador balanceado