

# Propuesta: Enlace de Radio Frecuencia

David Ricardo Martínez Hernández Código: 261931

Jairo Andrés Neuta Bernal Código: 261227

Oscar Andres Urbano Vallejo Código: 261683

**Palabras clave**—ADC, Conversor, Comunicación inalámbrica, DAC, Línea de Transmisión, Microcinta, Modulador, Modulación ASK, Receptor, Transmisor.

**Resumen**—En este documento se presenta la propuesta de metodología de diseño, haciendo énfasis en las etapas que se requiere para la comunicación digital ASK inalámbrica de una señal analógica, en el que se hará uso de diversas tapas en la que se sensará una señal analógica, se le hará su correspondiente acondicionamiento de señal para poder así ser manipulada digitalmente, modulada y transmitida inalámbricamente a otro punto en donde luego de su recepción, su demodulación se acondicionara nuevamente la señal para ser leída e interpretada mediante un instrumento analógico.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las comunicaciones inalámbricas han sido utilizadas mucho en los últimos años para poder controlar o sensar algunas situaciones específicas, como lo es el control de temperatura de un lugar, también las comunicaciones de radio frecuencia como las estaciones de radio, de televisión analógica y hasta de comunicaciones celulares.

Para ello se quiere realizar el sensado de temperatura y poderla transmitir por medio de la modulación digital ASK a un galvanómetro. Para lograr esta modulación es necesario hacer uso de las herramientas adquiridas a lo largo de la carrera y así poder realizar dicha modulación con el mayor éxito posible.

## II. OBJETIVOS

### A. Objetivo General

- Realizar una comunicación ASK de una señal analógica y visualizarla en un galvanómetro.

### B. Objetivos Específicos

- Realizar la discretización de la señal analógica por medio de un conversor analógico digital (ADC).
- Realizar la conversión paralelo a serial de la señal analógica discretizada y la conversión serial paralelo de la misma señal.
- Realizar la modulación y demodulación de la señal que es transmitida por la antena.
- Realizar un acople de impedancias de todo el diseño a 50Ω.
- Realizar la construcción de la señal discretizada a la señal original por medio de un conversor digital a analógico (DAC).
- Realizar un clock a 1KHz para sincronizar todos los dispositivos asíncronos.

## III. DISEÑO

El diseño se ha dividido en dos etapas:

- 1) Etapa de adquisición de datos, codificación y transmisión.
- 2) Etapa de recepción, decodificación de datos y visualización.

La primera de estas etapas consta de cinco submodulos; en esta subdivisión se encuentra el sensado de la señal analógica, posteriormente una etapa de amplificación y transducción de señal mediante un modulo ADC que muestrea, retiene, cuantifica y codifica la señal de interés, luego se tiene la etapa de conversión paralelo a serie de 8 bits, posterior a esto se encuentra la etapa de modulación por ASK para la transmisión y finalmente un modulo de acople mediante una línea de transmisión microcinta, con la antena transmisora (ver figura 1).

Con respecto a la segunda etapa principal, esta también cuenta con submodulos que la componen, de tal manera el proceso inverso al que se plantea desarrollar en la primera etapa, conforme a esto se tendría, una antena receptora acoplada a una línea microcinta, que a su vez se comunicaría con el demodulador seleccionado para esta aplicación, posterior a esto la señal demodulada pasara por el modulo de conversión de 8bit serie a paralelo, luego se realiza un proceso de conversión digital analógico de la señal tratada, por medio de un DAC y finalmente para efectos de manipulación y lectura de la señal analógica, se pasara la señal por un modulo de amplificación y visualización con galvanómetro (ver figura 4).

### A. Primera Etapa

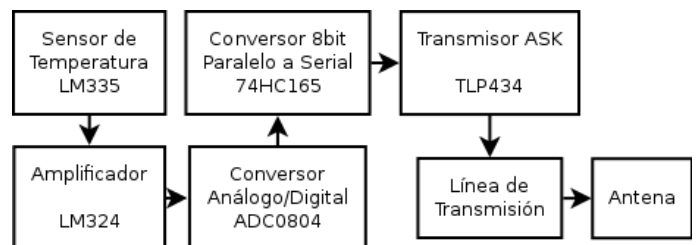


Fig. 1: Etapa de adquisición de datos, codificación y transmisión.

**1) Sensor de Temperatura:** Como se observa en la Fig. 1 la primera etapa empieza con la obtención de los datos de temperatura, esta se hará por medio del sensor de temperatura LM335, según la hoja de datos dicho sensor trabaja para valores de temperatura comprendidos entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$  estableciendo una diferencia de potencial entre sus terminales de  $10\text{mV}$  por cada  $^{\circ}\text{C}$ .

### Typical Application Schematic

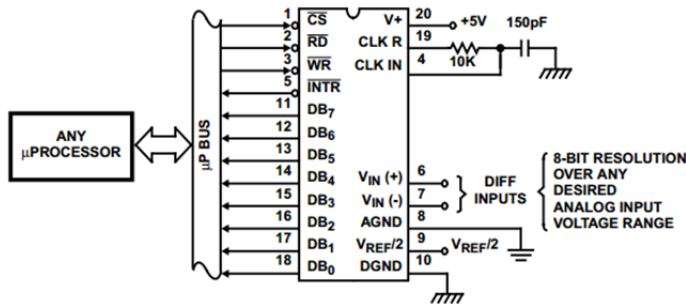


Fig. 2: Diagrama esquemático del ADC0804.

Según dicha información a la salida del sensor se tendrá un voltaje mínimo de  $0V$  para  $-40^{\circ}C$  y  $1.4V$  para  $100^{\circ}C$ . Sin embargo el conversor ADC funciona para señales de entrada comprendidas entre  $0V$  y  $5V$  por tal motivo se propone una etapa de amplificación de la señal sensada.

2) *Amplificador de Voltaje:* El amplificador de voltaje es un amplificador operacional LM741 o LM324, que contare con una relación de impedancias de 3.5 para amplificar la señal de entrada de  $0V - 1.4V$  a una señal de salida de  $0V - 5V$ , esto con el fin de poseer una mejor resolución a la hora de convertir la señal analógica a digital, para mejores efectos prácticos se puede también hacer uso de un amplificador de instrumentación AD6204 que nos garantiza un alto rechazo al modo común y mejores condiciones de operación para la señal bajo ambientes de ruido.

3) *Conversor Análogo Digital:* El ADC0804 (Fig. 2) puede ser alimentado con  $5V$ , esto garantizara un muestreo óptimo para una señal de entrada analógica comprendida entre  $0V - 5V$ , cuenta con una salida de 8 bits lo cual da lugar a una definición de 256 posibles valores, por lo cual con dicha polarización será capaz de detectar cambios a la entrada hasta de  $20mV$ . La tasa de conversión puede ser variada en función de los elementos conectados entre los pines 4 y 19 sin embargo para el montaje típico mostrado en la figura Fig. 2 se cuenta con una Tasa de conversión de  $f_{CLK} = 640kHz$ .

4) *Conversor Paralelo Serial:* Por medio del conversor 74HC175 la señal obtenida del ADC0804 de 8 bits es convertida a una señal serial de 1 solo bit que contiene toda la información de los 8 bits del ADC. Este circuito es prácticamente un registro de desplazamiento, funcionara con una señal de clock de  $1KHz$  de frecuencia lo que hará que el bit serial que se transmita tenga una frecuencia de  $1Kbps$ , tasa de bits con la que funciona el par transmisor receptor. La señal de clock será suministrada por el circuito mostrado en la Fig. 3 en el cual se utiliza el integrado LM555 para formar el oscilador.

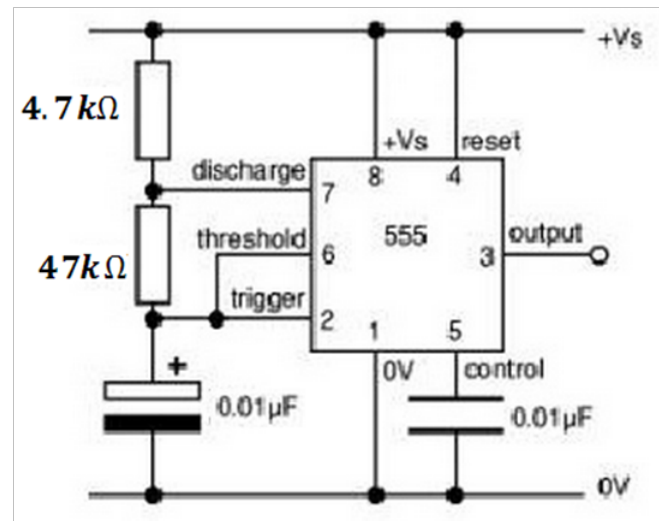


Fig. 3: Oscilador con el LM555.

5) *Transmisor ASK:* Para este caso se utilizara un TLP434A, el cual fue sugerido por el docente. Este transmisor es alimentado con  $5V$ , opera con una tasa de bits de  $1Kbps$ , este circuito se encarga de hacer la modulación y genera la onda que será llevada a la antena suministrada por el docente, esta referencia en específico modula la señal con una portadora de  $434MHz$ , frecuencia central a la que será transmitida la información en el aire; se escogió el par transmisor receptor en esta frecuencia de operación ya que está comprendida en la banda destinada a los radio aficionados ( $430MHz - 440MHz$ ).

6) *Línea de Transmisión:* Como es necesario utilizar una línea de transmisión para realizar las conexiones correspondientes se utilizo un arreglo de líneas para poder acoplar la unión del modulador con la antena, este acople debe estar diseñado a  $50\Omega$  porque todos los elementos del circuito también lo están.

Se utilizaron dos líneas de microcinta acopladas, la primera tiene una longitud de  $l_1 = 97.5733mm$ , un ancho de  $w_1 = 4.5mm$ , asumiendo un  $\epsilon_R = 3.7$ , espesor del dieléctrico de  $H = 0.711mm$ , y un ancho de la pista de cobre de  $T = 35\mu m$ . Para la segunda línea de transmisión que tiene las mismas características  $\epsilon_R$ ,  $H$  y  $T$  iguales, se obtuvo un largo de  $l_2 = 99.9294mm$  y un ancho de  $w_2 = 2.70175mm$ .

Estos resultados se obtuvieron con el simulador Qucs 0.0.16.

7) *Antena:* Suministrada por el docente, se sabe que tiene una impedancia de  $50\Omega$ .

### B. Segunda Etapa

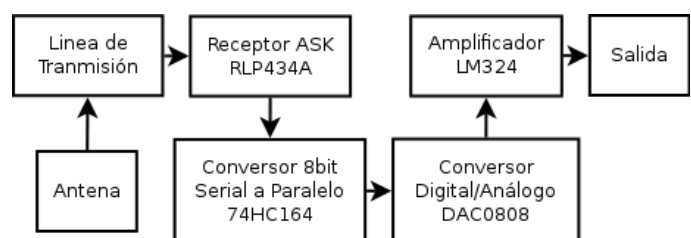


Fig. 4: Etapa de recepción, decodificación de datos y visualización.

1) *Antena*: Suministrada por el docente, se sabe que tiene una impedancia de  $50\Omega$ .

2) *Línea de Transmisión*: Se utilizará la misma línea descrita en la etapa anterior (ver III-A.6).

3) *Demodulador ASK*: Se utilizará el receptor *RPL434* que es el receptor compatible con el transmisor *TLP434A*. Trabaja a la misma frecuencia de operación ( $434MHz$ ) y con la misma tasa de bits ( $1Kbps$ ), el receptor además demodula la señal y entrega el bit serial que contiene la información de la temperatura.

4) *Conversor Serial Paralelo*: Se utilizará el conversor Serial Paralelo *74HC164*. Que trabajara a la misma frecuencia de operación que el *ADC* (ver III-A.3)) utilizado en la primera etapa de diseño, por tanto utilizara el mismo circuito de la Fig. 3 para obtener la señal de clock de  $1KHz$ .

5) *Conversor Digital Análogo*: Se utilizará el conversor Digital-Análogo *DAC0808*.

6) *Amplificador de Voltaje*: Como se tiene el mismo problema que en la sección anterior se realizara la misma operación tratando de igualar el voltaje máximo a  $5V$  (ver III-A.2).

7) *Salida*: Se utilizara un galvanómetro suministrado por el docente.

- [10] Hoja de datos del *LM555*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/LM555.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [11] Hoja de datos del *TLP434A*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/TLP434A.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [12] Hoja de datos del *RPL434*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/tlprlp434.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [13] Hoja de datos del *74HC164*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/74HC164.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [14] Hoja de datos del *DAC0808*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/DAC0808.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [15] Sitio web: <http://www.microelectronicos.com/datasheets/MO-RX3400.pdf>, visitado el 04 de junio de 2013.
- [16] Sitio web: <http://www.microelectronicos.com/datasheets/MO-SAWR.pdf>, visitado el 04 de junio de 2013.

#### IV. COSTOS

Para realizar este proyecto se van a utilizar estos recursos:

Cantidad	Recurso	Valor Unitario	Total
1	Sensor <i>LM335</i>	1.800	1.800
2	Amplificadores <i>LM324</i> o <i>LM741</i>	800	1.600
1	<i>ADC0804</i>	8.700	8.700
1	<i>74HC165</i>	1.000	1.000
2	<i>LM555</i>	550	1.100
1	<i>TLP434A</i>	9.300	9.300
1	<i>RPL434</i>	10.100	10.100
1	<i>74HC164</i>	700	700
1	<i>DAC0808</i>	4.350	4.350
2	Circuito Impreso de $20cm \times 20cm$	3.000	6.000

TABLA I: Costos de implementación.

Para realizar este proyecto es necesario hacer una inversión de aproximadamente \$57.750, sin tomar en cuenta las horas de diseño por cada integrante del grupo.

#### REFERENCIAS

- [1] Balanice, Constantine A. "Antenna theory analysis and desing". John Wiley & Sons, Inc., Third Edition, 2005
- [2] Pozar, David M. "Microwave Engineering". John Wiley & Sons, Inc., Fourth Edition, 2012
- [3] Sitio web: <http://www.sigmaelectronica.net>, visitado el 04 de junio de 2013.
- [4] Sitio web: <http://www.tekcion.com>, visitado el 04 de junio de 2013.
- [5] Hoja de datos del *LM335*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/LM335.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [6] Hoja de datos del *LM324*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/LM324.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [7] Hoja de datos del *LM741*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/LM741.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [8] Hoja de datos del *ADC0804*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/ADC0804.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.
- [9] Hoja de datos del *74HC165*: <http://www.sigmaelectronica.net/manuals/74HC165.pdf>, leída el 04 de junio de 2013.