

# CONVERSION DE UNA BALANZA MECANICA EN ELECTRONICA.

V.Passamai y D.Hoyos

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta,  
Buenos Aires 177, 4400 Salta.

El objetivo de este trabajo es presentar el uso de un sensor magnético adaptado a una balanza mecánica con el objeto de convertirla en electrónica. Esto permite transformar la lectura del peso en una señal de diferencia de potencial que, convenientemente amplificada, es valorada, almacenada y procesada mediante una computadora.

La aplicación de este dispositivo se hizo en un laboratorio donde el objeto a pesar es una muestra sometida a un proceso de secado.

Se detallan los aspectos técnicos para poder realizar la adaptación y se muestran los resultados obtenidos.

## INTRODUCCION

El seguimiento del proceso de secado mediante la energía solar u otra alternativa, requiere la toma de datos de temperatura, humedad, velocidad del aire y, fundamentalmente, peso de la muestra. Para el caso de productos tales como vegetales, la duración de la operación, no menos de diez horas, obliga al uso de *dataloggers* para contar con un registro continuo de las variables mencionadas.

Normalmente la temperatura se mide mediante termocuplas y el almacenamiento de estos datos no ofrece mayores dificultades si los mismos son procesados en una PC. La velocidad del aire, a menos que el sistema de laboratorio introduzca variaciones de alguna naturaleza, se mide una sola vez. Lo mismo puede decirse de la simulación de radiación solar, pues ésta proviene de una lámpara.

La medida del peso del producto durante el transcurso del proceso de secado se realizaba en una balanza tradicional, con la consiguiente dispersión de esfuerzo y tiempo, así como la introducción de una perturbación a dicho proceso especialmente si este debe interrumpirse para realizar la medida. Se descartó el empleo de un dispositivo medidor de peso basado en galgas extensiométricas (1,2), debido a la introducción de grandes fluctuaciones en la determinación del mismo.

También se puede usar una balanza electrónica comercial, con interfase RS232 para ser conectada a una computadora y seguir la evolución del peso. Pero, dado el costo de este tipo de balanza, se justifica realizar un esfuerzo para reemplazarla mediante dispositivos de bajo costo y que puedan cumplir una función semejante.

## EL SENSOR DE CAMPO MAGNETICO "KMZ10" (3).

El KMZ10 es un sensor de campo magnético de gran precisión que hace uso del efecto magneto resistivo (4), por el cual un conductor cambia su resistividad en presencia de un campo magnético externo.

El material base del KMZ10 es una película delgada de "*permalloy*" (5), aleación ferromagnética que contiene 20% de hierro y 80% de níquel, y tiene la propiedad de retener un estado magnético (*permalloy* = "aleación magnética permanente"), por lo cual existe un vector magnetización no nulo. Exteriormente, por la acción de un campo magnético, se puede producir una rotación del vector magnetización, relativa a la dirección de flujo de la corriente, lo que ocasiona cambios en la resistividad.

El sensor es un *chip* que consta de cuatro tiras de *permalloy*, depositadas en zigzag sobre un sustrato de silicio, como muestra la figura 1. Las resistencias así formadas se conectan como los cuatro brazos de un puente de Wheatstone. El grado de desbalance del puente se usa para indicar la intensidad del campo magnético externo o la variación de dicho campo en el plano de las tiras de *permalloy* y perpendicularmente al sentido de la corriente. La Figura 2 muestra la configuración del KMZ10 y las tensiones de alimentación y salida  $V_a$  y  $V_s$ . El diseño y dimensiones globales del elemento comercial (5.2 mm x4.8 mm), se muestran en la Figura 3.

La señal de alimentación del puente es provista por una fuente variable de tensión continua fijada en 5 V, para la cual la señal de salida es en milivoltios. Es necesario contar con un campo magné-

tico auxiliar, indicado por  $B_x$  en la Figura 3, para evitar cambios en la curva característica del sensor (dada por  $V_s$  vs.  $B_y$ ).

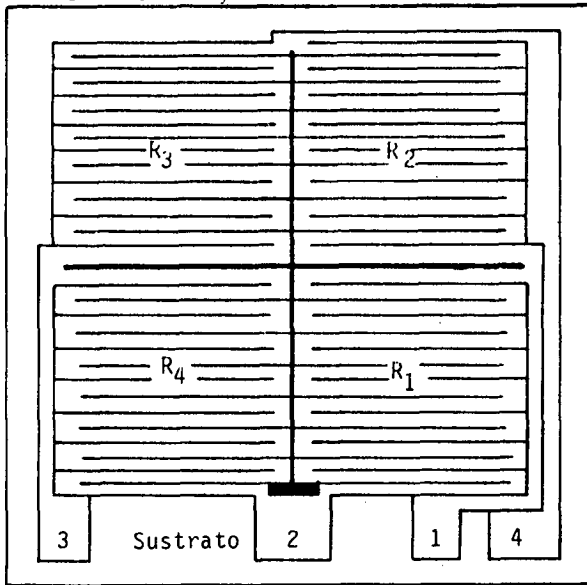


Figura 1: Chip "KMZ10" formado por tiras de permalloy en zigzag

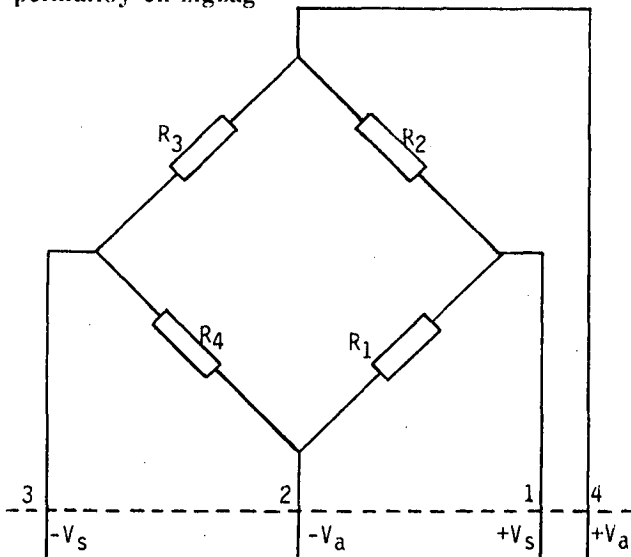


Figura 2: Configuración del puente de Wheatstone y tensiones  $V_a$  de alimentación y  $V_s$  de salida.

En lo que a este trabajo concierne,  $B_x$  y  $B_y$  (las componentes que interesan del campo magnético externo) fueron producidas por sendos imanes permanentes, del tipo ferritas sinterizadas. Las distancias entre los imanes y el sensor fueron determinadas experimentalmente, de modo que la señal  $V_s$  de salida fuera aproximadamente lineal con el desplazamiento en la dirección de  $B_y$ , en un rango de 7mm, igual al correspondiente al plato de la balanza mecánica.

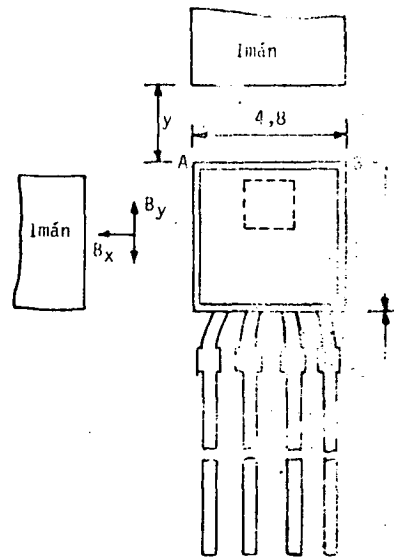


Figura 3: Dimensiones en mm del dispositivo sensor de campo.

#### MODO DE OPERACION COMO BALANZA.

Dado que el dispositivo armado como se indica en la figura 3 es sensible a los desplazamientos relativos entre el imán que provee la componente  $B_y$  del campo y el lado AB del sensor, se realizaron pruebas para verificar su respuesta ante tales cambios. El rango de variación para la distancia y fue determinado en 7mm, en razón de ser éste el correspondiente al desplazamiento del plato de la balanza mecánica (marca Mettler P1210) al que se acopló el sensor.

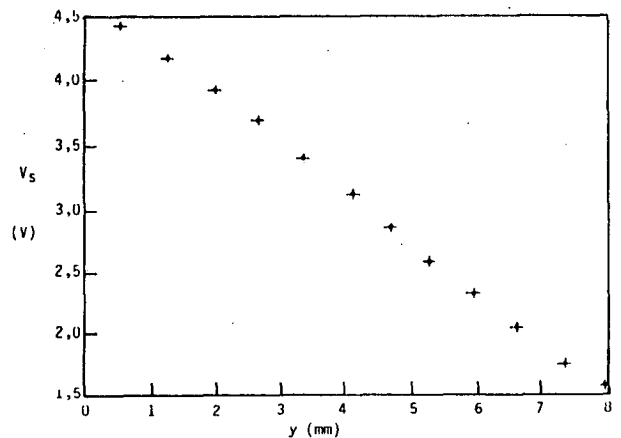


Figura 4: Respuesta del sensor luego de amplificar la señal y buscar convenientemente la distancia y óptima (linealización).

Mediante un microposicionador se realizaron mediciones de la tensión de salida  $V_s$  [mV] contra el desplazamiento y [mm]. Los resultados se muestran en la Figura 4, obtenida luego de optimizar la distancia mínima entre el sensor y el imán generador del campo  $B_y$  para mejorar la linealidad. La señal  $V_s$  ha sido aquí convenientemente amplificada para obtener una salida en voltios.

### CALIBRACION

Se hicieron mediciones durante varias horas para verificar la estabilidad de la lectura, así como su eventual variación con la temperatura, llegándose a resultados satisfactorios. Las Figuras 5 y 6 muestran la variación que experimenta la señal de salida cuando se dejó el dispositivo a merced de las variaciones ambientales de temperatura en dos escalas diferentes para la lectura de  $V_s$ , observándose una línea de constancia cuando se refiere dicha escala a la correspondiente a la amplitud total.

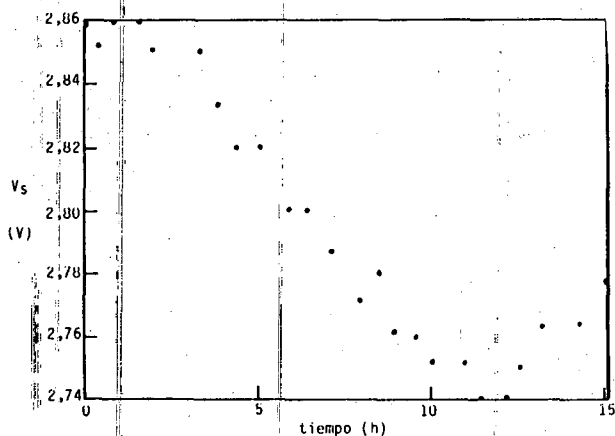


Figura 5: Lectura de la tensión de salida  $V_s$ , vs. tiempo cuando el rango del eje de las ordenadas es 0,12 V.

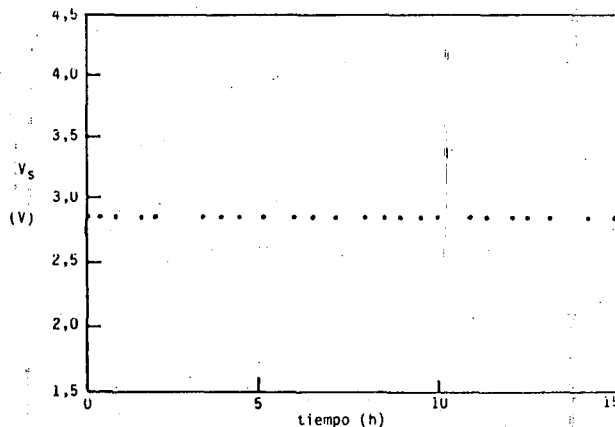


Figura 6: Indicación de constancia de la señal de salida frente al rango total de variación de 3 V.

Se instaló el dispositivo sobre la balanza mecánica de modo que acusara el desplazamiento del plato. La gráfica de calibración se muestra en la Figura 7. Realizada la correlación mediante la búsqueda de un polinomio (7), se encontró que una función cuadrática del peso era suficiente para tener un coeficiente de correlación cercano a uno.

Se verificó la estabilidad de la calibración, realizando mediciones durante varios días.

Con la balanza así calibrada, el rango de medición es de 230 g con un gramo de apreciación.

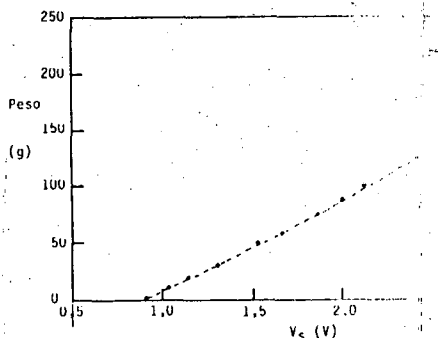


Figura 7: Puntos experimentales de la relación entre peso y tensión de salida y curva de calibración de la balanza.

## DATOS EXPERIMENTALES.

Se realizaron experiencias de secado de pimientos y otros productos vegetales, encontrándose buena repetibilidad de las mismas bajo idénticas condiciones. La Figura 8 muestra una curva de peso contra tiempo para una de ellas. El peso máximo que se pudo leer fue de casi 240 g, debido a que el sistema de suspensión de la muestra incorpora un brazo de palanca que amplía el rango inicial de 100 g. El intervalo de captación de los datos, que puede ser programable a partir de algunas fracciones de minutos, fue establecido en quince minutos. Puede determinarse la duración total del proceso a partir del momento en que el producto no acusa variación de peso por estar en equilibrio con el aire.

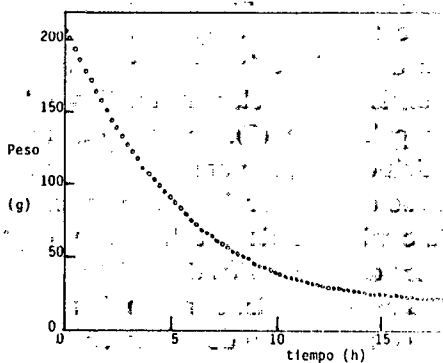


Figura 8: Curva de secado: secado de pimiento en un túnel de viento.

## CONCLUSIONES

En base a experiencias anteriores sobre procesos de secado en que el peso del producto se leía en forma directa en la misma balanza mecánica, se puede concluir que este método automatizado de lectura libera al experimentador durante las horas de secado, siendo los resultados altamente satisfactorios y confiables.

## DEDICATORIA

Se dedica el presente trabajo al Prof. Dr. Ing. M.Fiebig, director del Institut fuer Thermo- und Fluidodynamik de la Universidad del Ruhr de Bochum, Alemania.

## REFERENCIAS

1. Mompín Poblet, J.: "Transductores y Medidores Electrónicos", serie Mundo Electrónico. Marcombo, Boixareu Editores, Barcelona, 1977.
2. Reynolds de Souza, D.; Joyce, A. y Collares Pereira, M.: "Medidor de Peso de Amostras en Secadores Solares" (comunicación personal).
3. G.M.Electrónica S.A.: "Hoja técnica N°20", correspondiente al sensor de campo "KMZ10".
4. Manual Siemens: "Magnetic Sensors", Munich, 1989.
5. Meyers, R.A.: "Encyclopedia of Physical Science and Technology", Academic Press, 1987.
6. Coughlin, R. y Discoli, F.: "Circuitos Integrados Lineales y Amplificadores Operacionales", Prentice Hall, 1987.
7. Poole, L.; Borchers, M. y Burke, P.: "Algunos Programas de uso común en BASIC", IBM.