



NATURALIS

BOLETÍN DE LA COORDINACIÓN DE
FÍSICA Y QUÍMICA

No. 18

febrero de 2012

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



Contenido

1 Memorias USB (Universal Serial Bus)

Francisco Miguel Pérez Ramírez

4 El Efecto Fotoeléctrico

Rogelio Soto Ayala

Salvador Enrique Villalobos Pérez

Edgar Raymundo López Téllez

René Ortega Alvarado

Memorias USB (Universal Serial Bus)

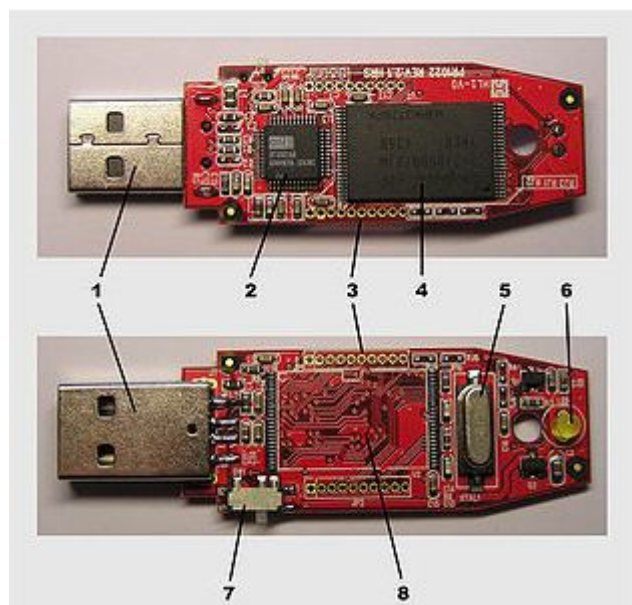
¿Qué son las memorias USB?

Son dispositivos de almacenamiento que utilizan memoria tipo flash (memoria no volátil y programable, similar a las EEPROM - memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente) para guardar información y no necesita pilas. Es una unidad pequeña, liviana, extraíble y reescribible.

Estas memorias se han convertido en el sistema de almacenamiento y transporte personal de datos más utilizado, desplazando en este uso a los tradicionales disquetes, y a los CD. Se pueden encontrar en el mercado memorias de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y hasta 128 GB. Esto supone, como mínimo, el equivalente a 180 CD de 700 MB.



Las partes típicas de una memoria USB son las siguientes:



1. Un conector USB macho tipo A que provee la interfaz física con la computadora.
2. Un controlador USB de almacenamiento masivo que provee la interfaz homogénea y lineal para dispositivos USB seriales orientados a bloques. Este controlador posee un pequeño microprocesador RISC.
3. Puntos de Prueba, utilizados en pruebas durante la fabricación de la unidad o para la carga de código dentro del procesador.
4. Un circuito de memoria Flash NAND (Dispositivo lógico que realiza la operación lógica "Y" negada) que almacena la información.

5. *Un oscilador de cristal que produce la señal de reloj principal del dispositivo a 12 [MHz] y controla la salida de datos.*
6. *Un LED, que indica la transferencia de datos entre el dispositivo y la computadora.*
7. *Un interruptor para protección de escritura utilizado para proteger los datos de operaciones de escritura o borrado.*
8. *Espacio libre que se dispone para incluir un segundo circuito de memoria. Esto les permite a los fabricantes utilizar el mismo circuito impreso para dispositivos de distintos tamaños y responder así a las necesidades del mercado.*

¿Cómo funciona la USB?

Su funcionamiento se basa en un circuito que interactúa con el microprocesador de la computadora a la que se conecta. En particular, en su interior se distinguen 3 piezas principales: un componente metálico alargado, que es un cristal de cuarzo y dos circuitos integrados planos ("chips") con muchas terminales. Uno de ellos es un microprocesador RISC (Computadora con Conjunto de Instrucciones Reducidas) (2) y el otro es la unidad de almacenamiento de información, la "memoria" propiamente dicha (4). Como la USB no tiene partes móviles ni bobinas, el almacenamiento *no* puede ser magnético (ya que, según la Ley de *Faraday-Lenz*, requeriría la variación de flujo magnético para inducir voltaje). Por lo tanto, las unidades integradas que guardan la información en el interior del chip de almacenamiento, lo hacen en forma eléctrica: son *condensadores integrados*.

¿Qué son los condensadores integrados?

Primero afirmaremos que los materiales pueden separarse en dos grupos: los conductores, donde los "electrones libres" o portadores de carga pueden ir de un átomo a otro a lo largo del material, y los aislantes o dieléctricos que no poseen portadores de carga libre, o bien, que poseen un número muy reducido por unidad de volumen.

Un condensador es un dispositivo simple esencialmente formado por dos placas conductoras separadas por un aislante, como el cartón, el hule, etc., a las que se puede aplicar un voltaje para generar un campo eléctrico que polarice el dieléctrico interior (orienta las moléculas en dirección del campo eléctrico). De este modo se puede guardar carga eléctrica. Mientras mayor sea la permitividad del material más carga podrá acumularse en el condensador.

Estos condensadores con dieléctricos "lineales" permiten acumular "energía eléctrica" pero requieren la presencia de un voltaje para que almacene la carga, de tal manera que si se quita la energía eléctrica al sistema los condensadores se descargan. Las memorias que pierden la información cuando se elimina la energía eléctrica se denominan "volátiles".

Existen algunos aislantes cerámicos donde los enlaces son iónicos y/o covalentes, los electrones externos están fuertemente ligados a un átomo y sus "vecinos". Estos enlaces son, en general, complejos, y en algunos materiales, hacen que los electrones no estén uniformemente distribuidos. Es decir, pasan más tiempo en un lado de la molécula que en el otro. Esto significa que un material aislante, aunque sea eléctricamente neutro, puede manifestar un campo eléctrico interno neto. Esto produce que tengan histéresis eléctrica, es decir, poseen memoria de haber sido polarizados, y hace falta energía externa para eliminar su estado de polarización, a estos tipos de materiales se les conocen como ferroeléctricos. La palabra "histéresis" se asociaba al "ferromagnetismo" debido a que los primeros materiales con histéresis conocidos, eran conductores magnéticos basados en hierro. Por lo tanto, cuando se descubrió la histéresis en dieléctricos (cuyo origen es distinto al ferromagnetismo), se la llamó *ferroelectricidad* no por el hierro (que

esos dieléctricos no poseían), sino por la histéresis.

Cuando se coloca un material ferroeléctrico entre las placas de un condensador, las moléculas se orientan dependiendo del voltaje aplicado y permanecen en ese estado hasta que se aplica otro voltaje diferente, por eso se dice que, dependiendo de la dirección y sentido del vector polarización, el condensador almacena "información" y a pesar de que se retire la energía eléctrica los condensadores retienen o recuerdan dicha "información".

El material dieléctrico de los condensadores que constituyen la memoria de las USB es ferroeléctrico por lo que no requieren de pilas, y se clasifican como memorias "no volátiles".

Una vez guardada la (carga) información, hay que poder leerla sin eliminarla. Para evitar que se descarguen los condensadores, se usa un tipo de transistores por efecto de campo (field effect transistors, FET's) integrados, que actúan como interruptores de altísimo aislamiento eléctrico y el conjunto se denomina condensadores integrados.

Fortalezas y debilidades

A pesar de su bajo costo y garantía, hay que tener muy presente que estos dispositivos de almacenamiento pueden dejar de funcionar repentinamente por accidentes diversos: variaciones de voltaje mientras están conectadas, por dejarlas caer de una altura superior a un metro o por su uso prolongado durante varios años.

Las memorias USB son inmunes a ralladuras y al polvo que afecta a las formas previas de almacenamiento portátiles como discos compactos y disquetes. Su diseño de estado sólido duradero significa que en muchos casos puede sobrevivir a abusos ocasionales (golpes,

caídas, pisadas, pasadas por la lavadora o salpicaduras de algunos líquidos). Esto lo hace ideal para el transporte personal de datos, archivos de trabajo o datos personales a los que se quiere acceder en múltiples lugares.

Las memorias USB están limitadas por el ancho de banda del dispositivo de memoria interno. Por lo tanto se alcanzan velocidades de lectura de hasta 100 [Mbit/s], realizando las operaciones de escritura un poco más lentamente. En condiciones óptimas, un dispositivo USB puede retener información durante unos 10 años. La mayoría de los sistemas operativos modernos pueden leer o escribir en dichas unidades sin drivers adicionales.

Consideraciones de uso

Antes de desconectar la memoria del puerto USB es conveniente que el usuario notifique al sistema operativo. En algunos sistemas la escritura se realiza en forma diferida (esto significa que los datos no se escriben en el momento) a través de una memoria caché (una memoria rápida y pequeña, situada entre la memoria principal y el procesador) de escritura para acelerar los tiempos de dicha escritura y para que el sistema escriba finalmente "de una sola vez" cuando dicha memoria caché se encuentre llena, pero si la unidad es retirada antes que el sistema guarde el contenido de la caché de escritura se pueden provocar discrepancias en el sistema de archivos existente en la memoria USB que podría generar pérdidas de datos. Aunque la memoria USB no sufra daños, los archivos afectados pueden ser de difícil o incluso imposible recuperación llegando en algún caso a ser necesario un borrado o formateo completo del sistema de archivos para poder volver a usarla. Por lo que hay que tener cuidado de no extraer la memoria en el proceso de escritura, pero extraerla en la lectura sería irrelevante.

Actualmente se está tratando de desarrollar las memorias USB a una velocidad mayor gracias al futuro puerto USB 3.0.

Referencias

1. <http://www.conocimientosweb.net/zip/article2168.html>
2. http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_USB
3. <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=16>
4. http://www.kingston.com/LatAm/flash/pdf_files/MKF_403-11_LA_FMGuide.pdf

5. <http://www.monografias.com/trabajos12/mosscur/mosscur.shtml>

Ing. Francisco Miguel Pérez Ramírez

fcom1216@yahoo.com.mx

Profesor de Carrera en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

La memoria es la inteligencia de los tontos

Albert Einstein (1879-1955)

No guardes nunca en la cabeza aquello que te quepa en un bolsillo

Albert Einstein (1879-1955)

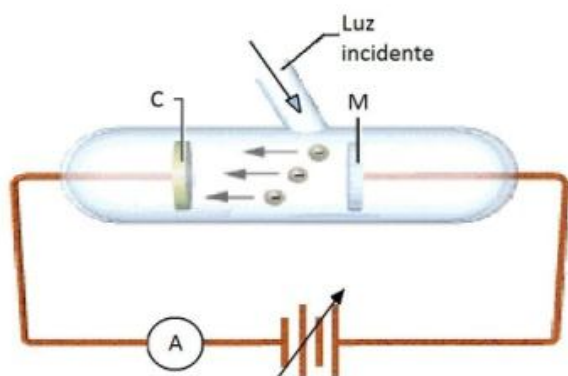
*Cada uno tiene el máximo de memoria para lo que le interesa
y el mínimo para lo que no le interesa*

Arthur Schopenhauer (1788-1860)

Efecto Fotoeléctrico.

Cuando una superficie metálica es iluminada con luz, con ciertas características, electrones pueden ser emitidos de dicha superficie. Este fenómeno, conocido como *efecto fotoeléctrico*, fue descubierto por Heinrich Hertz en 1887, a raíz de sus investigaciones sobre la radiación electromagnética. Los electrones emitidos de esta manera son llamados *fotodectrones*.

Un dispositivo experimental que permite observar el efecto fotoeléctrico se muestra a continuación.



Luz de cierta frecuencia incide sobre una superficie metálica, M, de tal manera que los electrones liberados viajan al colector C. El experimento se debe realizar en un tubo al vacío para que los electrones no pierdan energía al colisionar con las moléculas del aire. La rapidez de emisión de los electrones se traduce en una corriente eléctrica i , la cual se puede medir con un amperímetro A. La máxima energía cinética de los electrones, $K_{m\acute{a}x}$, se determina aplicando un voltaje negativo, V , al colector, suficiente para repeler a los electrones más energéticos, impidiendo que éstos lleguen a C. Este voltaje se llama voltaje de frenado V_0 , y su valor se determina aumentando la magnitud del mismo, hasta que el valor de la corriente que detecta el amperímetro es cero. En este punto, y de acuerdo con el principio de la conservación de la

energía, la energía cinética máxima de los fotoelectrones es igual a la energía que éstos poseen cuando son liberados de la superficie metálica, a saber, el producto de la carga del electrón por el voltaje de frenado, eV_0 .

$$K_{m\acute{a}x} = eV_0$$

Para que un electrón se libere del metal, la energía de la onda electromagnética (con una intensidad i) debe ser mayor que la energía que mantiene unido el electrón al metal. La cantidad mínima de energía necesaria para eliminar un electrón del metal se conoce como función trabajo, W_0 . Los valores de W_0 normalmente son pequeños (de algunos electrón-Volts).

Las conclusiones experimentales del fenómeno son las siguientes:

1. *La energía cinética máxima de los electrones (determinada a partir del voltaje de frenado) es independiente de la intensidad de la fuente luminosa.*
2. *El efecto fotoeléctrico no ocurre si la frecuencia de la fuente luminosa está debajo de cierto valor.*
3. *Los primeros fotoelectrones son emitidos casi instantáneamente después de que la fuente luminosa se enciende.*

La conclusión 2., implica que si la energía del fotón es menor que la función trabajo, el efecto fotoeléctrico no ocurrirá. Si la energía del fotón es mayor que la función trabajo, la energía en exceso aparece como energía cinética del electrón:

$$K_{m\acute{a}x} = h\nu - W_0$$

Donde h representa la constante de Planck (6.62×10^{-34} [J·s]) y, ν , la frecuencia del fotón (en

s^{-1}). Como se puede observar, la intensidad de la luz no aparece en la expresión anterior. Esto significa que si se duplica la intensidad de la luz, el doble de fotones incide sobre la superficie metálica y se duplica el número de fotoelectrones emitidos; sin embargo, cada uno de estos fotoelectrones posee la misma energía cinética que aquellos obtenidos al no haber variado la intensidad.

Se puede inferir, asimismo, que la máxima energía cinética que un electrón puede adquirir corresponde al desprendimiento del electrón más débilmente unido al metal.

Un fotón que aporta una energía exactamente igual a W_0 , posee una frecuencia conocida como frecuencia de corte, ν_c , y a esta frecuencia no hay energía suficiente para que el electrón adquiera energía cinética. Es decir,

$$h\nu_c = W_0$$

o bien,

$$\nu_c = W_0/h$$

y la correspondiente longitud de onda de corte, está dada por:

$$\lambda_c = hc/W_0$$

en la que c representa la velocidad de la luz: 3×10^8 [m/s].

Robert Millikan en 1915 midió la energía cinética máxima de los fotoelectrones para diferentes frecuencias de la luz y obtuvo un valor para h de 6.57×10^{-34} [J·s], valor que difiere sólo en 7.5% del valor teórico.

En el Laboratorio de Física Experimental y Óptica de la Facultad de Ingeniería UNAM es posible realizar este experimento en forma ágil y sencilla obteniéndose errores en la

determinación de la constante de Planck no mayores al 10%.

De hecho se pretende en una sesión experimental, no mayor a 90 minutos, identificar los conceptos básicos que definen al Efecto Fotoeléctrico y verificar la naturaleza cuántica de la luz determinando la constante de Planck.

El equipo empleado consiste en:

Fuente de luz de vapor de mercurio

Colimador

Bloqueador

Fototubo y accesorios

Soporte para el fototubo

Barra de acoplamiento

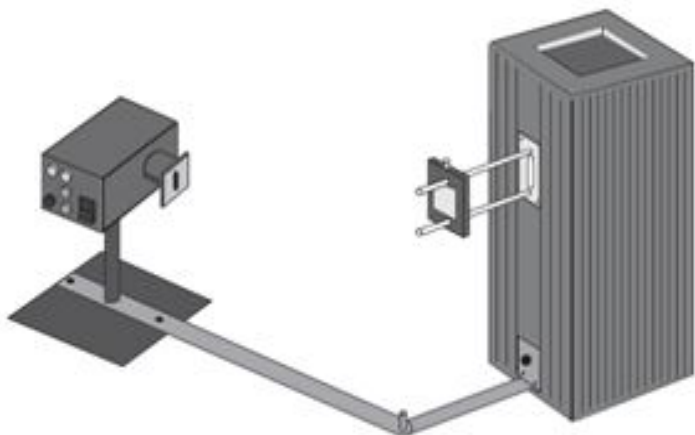
Rejilla de difracción

Filtros (2) (amarillo, verde)

Voltímetro digital

Cables (2) para conexión

El equipo se dispuso como se muestra en la figura siguiente:



Dispuestos como se muestra en la figura anterior.

Según se describe en el texto las distintas frecuencias incidentes sobre la placa metálica

provocarán distintos potenciales de frenado y corrientes fotoelectrónicas.

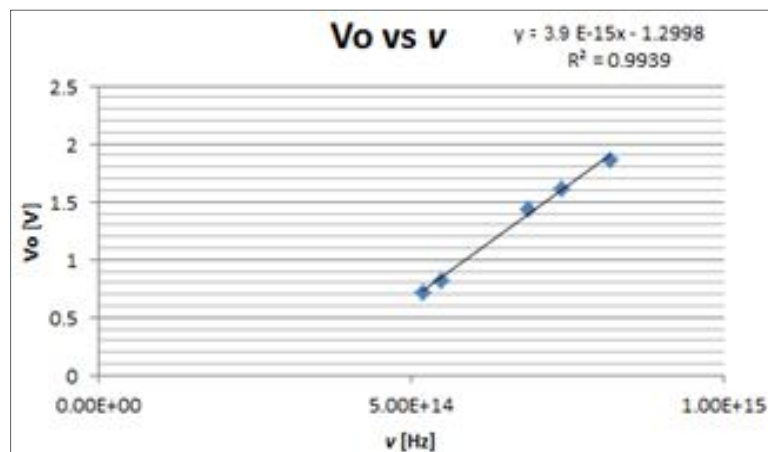
Cabe mencionar que dichas frecuencia son resultado de la difracción del haz de luz proveniente de la lámpara de vapor de mercurio al atravesar la rejilla.

A continuación se incluye una tabla de las distintas frecuencias utilizadas, los ángulos de difracción correspondiente y los potenciales de frenado, en cada caso.

λ [nm]	ν [Hz]	V_0 [V]	Ángulo [°]
578.00 (Amarillo)	5.18672E+14	0.72	20.2912
546.07 (Verde)	5.48996E+14	0.82	19.1253
435.84 (Azul)	6.87858E+14	1.44	15.1591
404.66 (Violeta)	7.40858E+14	1.62	14.0513
365.48 (Ultravioleta)	8.20264E+14	1.86	12.6669

El análisis consiste ahora en determinar en base a un ajuste lineal de las variables Energía máxima (eV_0) y frecuencia la constante de Planck así como la energía suficiente (función de trabajo) para liberar a los fotoelectrones de la superficie.

A continuación se muestra dicho ajuste y los resultados obtenidos:



Entonces lo que tenemos en realidad es:

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right) \nu - \left(\frac{W_0}{e}\right)$$

$$V_o = (3.9 \times 10^{-15}) v - 1.2998$$

En donde $e = 1.602 \times 10^{-19}$ [C].

Entonces de aquí sabemos que h :

$$h = 3.9 \times 10^{-15} \times 1.602 \times 10^{-19}$$

$$h = 6.2478 \times 10^{-34} \text{ [J.s]}$$

$$h = 3.9 \times 10^{-15} \text{ [eV.s]}$$

Comparando el valor de la constante de Planck con el valor experimental de la constante de Planck tenemos que:

$$\% \text{ de Error} = \left| \frac{6.624 \times 10^{-34} - 6.2478 \times 10^{-34}}{6.624 \times 10^{-34}} \right|$$

$$\% \text{ de Error} = 5.67934 \%$$

De donde además la función de trabajo resulta :

$$W_o = 1.2998 \text{ [eV]}$$

Agradecimientos:

Los autores del trabajo agradecen el apoyo del Proyecto PAPIIME PE 101206 (convocatoria 2006) sin el cual mucho del trabajo realizado en

la implementación de estas prácticas hubiera sido imposible.

Referencias

- 1.- Beiser A.; *Concepts of Modern Physics*; fifth edition, McGraw-Hill; 1995.
- 2.- Melissinos A., Napolitano J.; *Experiments in Modern Physics*; second edition, Academic Press, 2002.

Dr. Rogelio Soto Ayala

rsoto54@hotmail.com

Físico Salvador E. Villalobos Pérez

villasalen@yahoo.com.mx

Profesores de Carrera en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Físico Edgar Raymundo López Téllez

fiselt@servidor.unam.mx

Profesor de Asignatura en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Físico René Ortega Alvarado

roa@fciencias.unam.mx

Técnico Académico en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

No basta tener buen ingenio; lo principal es aplicarlo bien

René Descartes (1596-1650)

¿De qué sirve el ingenio cuando no nos divierte?

No hay nada más fatigoso que un ingenio triste

Ivan Turgueniev (1817-1883)

Es dudoso que el género humano logre crear un enigma

que el mismo ingenio humano no resuelva

Edgar Allan Poe (1809-1849)

Dudas o comentarios: velasquez777@yahoo.com.mx