



CCADET

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Informe Técnico

Osciloscopio para la educación

Autores

Antonio M. Garcés Madrigal

José L. Pérez Silva

Citlali I. Lelis García

Fecha

1 de junio de 2015

Tipo de Proyecto:

Desarrollo tecnológico

Financiamiento (interno)

Laboratorio de Multimedia y Ambientes Virtuales (MAV)

Título: Osciloscopio para la educación

Autores: Antonio Garcés M., José Pérez S., Citlali I. Lelis G.

Afiliación Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico UNAM

Resumen

La enseñanza de las ciencias y la tecnología en el sistema educativo requiere para su adecuada impartición de la existencia laboratorios y equipos, infraestructura física y material onerosa y que en muchas instituciones educativas no es posible adquirir pues no se cuenta con los recursos físicos, económicos y humanos. Esta situación no permite por lo tanto acercar al alumnado a estos campos del saber de manera plena y solo suelen impartirse las materias propias de manera teórica, lo que parece ha afectado tanto la afinidad con las materias asociadas así como los resultados obtenidos en las evaluaciones nacionales de aprovechamiento relacionadas. Por esta situación surgió la inquietud por desarrollar un equipo que ayudara a subsanar esta problemática, de una manera económica, con una relativa simplicidad de uso (lo que redundaría en una mayor aceptación por parte de alumnos y profesores) y con requerimientos mínimos de infraestructura de apoyo, esto supondría inicialmente eliminar algunas de las limitaciones arriba mencionadas. La propuesta presentada en el informe parte de la premisa de proporcionar un equipo inicial integral con los elementos suficientes para permitir que el alumnado se introduzca en los procesos experimentales relacionados con la electricidad y la electrónica y a partir de ellos se les pueda derivar a otros campos de la física e incluso a la química y la biología. La versión del equipo mostrado permite actualmente realizar la medición directa de voltaje así como su visualización en equipos de cómputo, considerando para su consecución una inversión económica menor a seiscientos pesos.

Índice

Introducción.....	3
1 Desarrollo del osciloscopio.....	4
1.1 Frente de entrada	4
1.1.1 Corrimiento de nivel.....	5
1.1.2 Selección de escala.....	6
1.1.3 Detección de nivel.....	6
1.1.4 Circuito de selección de escala.....	7
1.1.5 Divisor de voltaje y multiplexor analógico.....	7
1.1.6 Digitalización e interfaz a equipo de cómputo.....	8
1.1.7 Proceso de digitalización.....	8
1.1.8 Micro controlador e interfaz de datos.....	9
1.1.9 Diagrama esquemático del osciloscopio.....	10
2 Diagrama de flujo del micro controlador.....	11
2.1 Diagrama general de actividades en captura de datos y despliegue de resultados, programa PC.....	12
2.2 Diagrama de actividades en manejo del cursor, acercamiento y archivado de la información#.....	13
3 Resultados	14
Conclusiones.....	17
Anexo A Listado de partes y componentes.....	18
Anexo B Hojas técnicas.....	19
Anexo C Listado del programa circuito micro controlador.....	25
Anexo D Listado de la interfaz de usuario.....	28
Anexo E Documentación de desarrollo del programa anfitrión e interfaz de usuario.....	35
Bibliografía.....	47

Introducción

La experimentación es un complemento muy importante para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología ya que provee elementos de identificación y refuerzo de conceptos y metodologías de trabajo en la enseñanza (Arce Urbina, 2002). Adicionalmente en lo referente a la educación se recomienda un mayor involucramiento (Peñaherrera, 2013) en las actividades experimentales científicas y tecnológicas con el propósito de identificar, motivar y encausar de mejor forma el talento de los estudiantes a las áreas respectivas. En nuestro país observamos que estos campos del conocimiento mayoritariamente se imparten de manera teórica y en etapas educativas avanzadas lo que incide en un menor aprovechamiento y preferencia por parte de los estudiantes (SEP, 2013) y en el aprovechamiento de las capacidades de los estudiantes que podrían ser benéficas para el país.

Dados estos elementos la propuesta de adecuar el modelo educativo nacional puede pensarse apropiada y para efectuarse de manera inmediata, sin embargo los recursos económicos son elevados y los espacios físicos son escasos ya que un banco de experimentación (como la que se propone en la sección de resultados de este informe), puede llegar fácilmente a costar veinte mil pesos y debe de multiplicarse por el número de estudiantes del grupo. Debe de tomarse en cuenta una instalación apropiada para su operación y resguardo así como de la capacitación necesaria para su uso. La suma de estos elementos muestra de manera simple el porqué de la ausencia de la experimentación en los niveles básico y medio superior del sistema educativo nacional (en la generalidad de los casos); ya no se piense que el alumno pueda continuar desarrollando su creatividad en casa dada la condición económica de las familias mexicanas. Por medio de los elementos descritos, consideramos, es fácil observar la necesidad de desarrollar productos que permitan abrir el panorama alrededor de la educación científica y tecnológica experimental, en un sentido económico y funcional para de esta forma destrabar la problemática planteada y con ello ayudar a mejorar la educación en México.

En este informe técnico se presenta un producto de bajo costo y operación sencilla, que aplica a la enseñanza experimental de la electricidad y la electrónica en niveles de educación básica y media, pero que con pocas adecuaciones (por medio del uso de transductores) puede aplicarse a otras áreas experimentales de la enseñanza de ciencia y tecnología.

1 Desarrollo del osciloscopio

Para el desarrollo se estableció una estructura funcional a partir de la cual se realizaría la construcción del prototipo de pruebas, ésta se muestra en la siguiente figura:

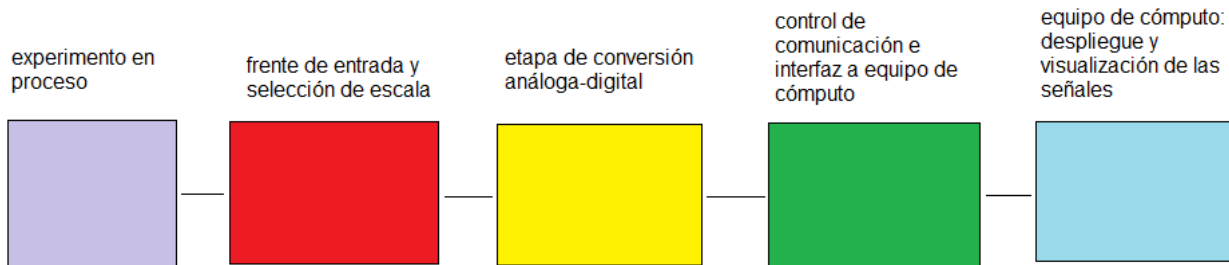


Figura 1. Esquema general de bloques del osciloscopio para la educación.

- El experimento es el conjunto de elementos eléctricos y electrónicos interconectados para los fines del aprendizaje
- El frente de entrada y selección de escala considera la operación de señales de bajo voltaje, teniendo en cuenta el espectro de aplicación y seguridad de los estudiantes.
- La etapa de conversión análoga digital se consideró para la captura de señales con un ancho de banda reducido considerando aplicaciones de baja frecuencia, poniendo énfasis en los procesos de montaje de los experimentos y de medición.
- El control de comunicación e interfaz de equipo de cómputo se desarrolló pensando en interfaces de tipo serie y USB, con el fin de proporcionar una conectividad estándar a los equipos de cómputo actuales.
- El equipo de cómputo considera los sistemas operativos Linux, XP y Windows 7 que son los de mayor uso actualmente, permitiendo el despliegue de imágenes en equipos de formato de 18" o superior (de acuerdo al monitor conectado a cada equipo).

1.1 Frente de entrada

El frente de entrada se estipuló para presentar una alta impedancia de entrada y de esta forma acoplar adecuadamente la señal experimental con la menor pérdida de amplitud y fidelidad de la señal posibles. Para este fin se seleccionó un amplificador con un voltaje de operación de hasta 30 Volts operando de manera bipolar, una distorsión armónica, deriva de temperatura y offset bajos lo cual se puede llevar a cabo con el uso del circuito integrado TL082, operando en configuración seguidor con la compensación recomendada por el fabricante y su esquema se muestra a continuación:

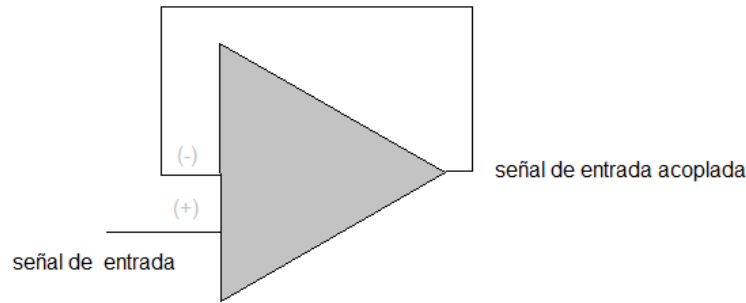


Figura 2. Acoplamiento de la señal

1.1.1 Corrimiento de nivel

Un objetivo adicional de esta etapa es desplazar el nivel de corrimiento de la señal de entrada para permitir que la señal opere en los rangos de voltaje del ADC (0-5 V), esto se logra mediante un circuito sumador que permite ajustar el nivel de DC de la señal de entrada, este se muestra esquemáticamente en la siguiente figura.

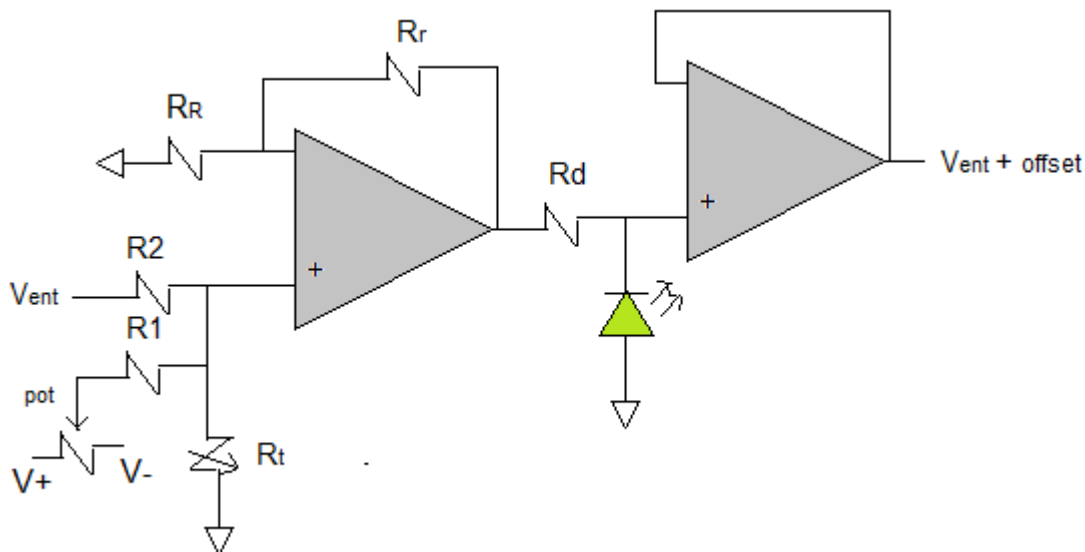


Figura 3. Circuito para controlar el nivel de corrimiento (offset) de la señal acoplada.

Mediante la igualación de los valores de resistencia (**Ri**) R1, R2 y Rt y tomando a R_r igual que R_R (Berlín, 1991), se puede lograr que solamente con el ajuste del potenciómetro (*pot*) se pueda obtener el ajuste deseado, el led incluido permite indicar cuando el corrimiento aplicado ha eliminado los valores menores a 0 Volts; Rd es una resistencia para ajustar la corriente del led, por último el amplificador seguidor a la salida realiza un segundo acoplamiento de la señal ya desplazada.

1.1.2 Selección de Escala

La etapa de selección de escala es la responsable de determinar el nivel de voltaje de la señal y escalarla apropiadamente para a su vez, entregarla a la etapa de conversión análoga digital, para ello realiza las siguientes funciones

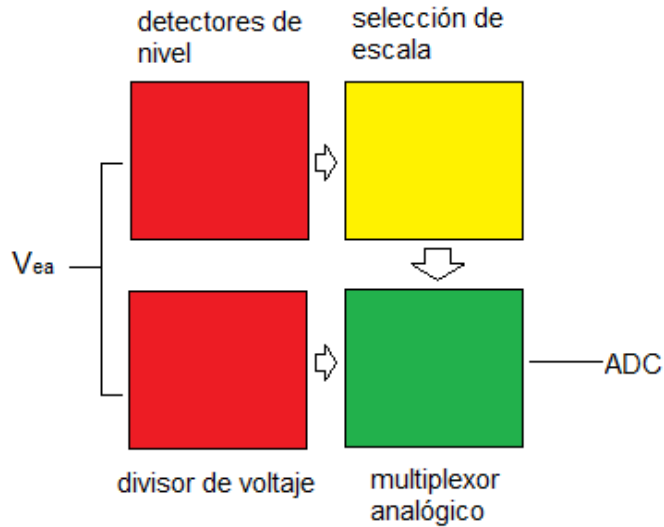


Figura 4. Diagrama de bloques para el manejo de escala.

1.1.3 Detección de nivel

En esta etapa se determina el nivel de voltaje de la señal medida y proporciona los elementos para seleccionar la escala (y establecer el divisor de voltaje que será aplicado a la señal acoplada por medio del multiplexor). Para ello se establece un arreglo de comparadores tipo ventana para los niveles de selección determinados (Aranda Roldan, 2015), el diagrama y la respuesta de un grupo de comparadores del arreglo se muestra a continuación.

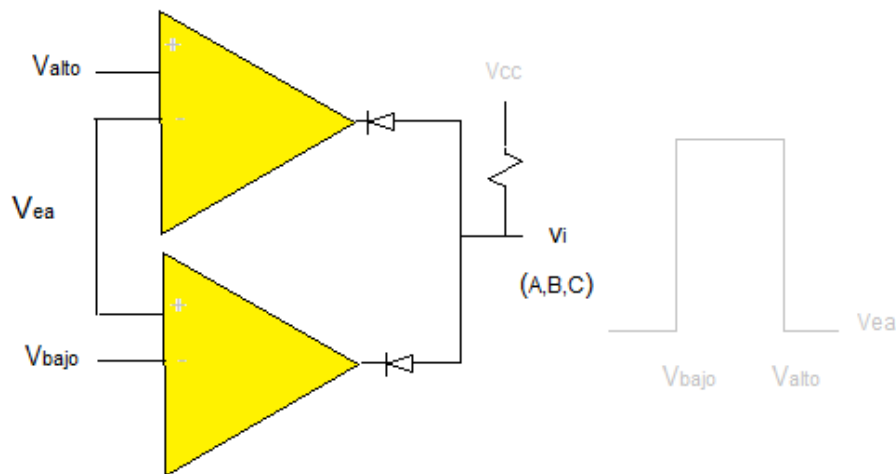


Figura 5. Detector de nivel de voltaje tipo ventana

Esta etapa se incluye tantas veces como niveles de detección se determine incluir, los voltajes de referencia V_{alto} y V_{bajo} se determinan de acuerdo a los límites predefinidos para la ventana de decisión.

1.1.4 Circuito de selección de escala

La selección de escala se da por una combinación binaria de los valores proporcionados por la detección de nivel, y dependiendo de la cantidad de valores a definir se verá reflejada en la complejidad de la red que realiza esta selección, por ejemplo si sólo nos importa determinar tres niveles, estos podrían ser introducidos directamente a la etapa de multiplexado analógico pero si con esos tres valores se decidiera generar siete escalas diferentes, entonces la determinación se realizaría por una red decodificadora binaria similar a la que se muestra a continuación.

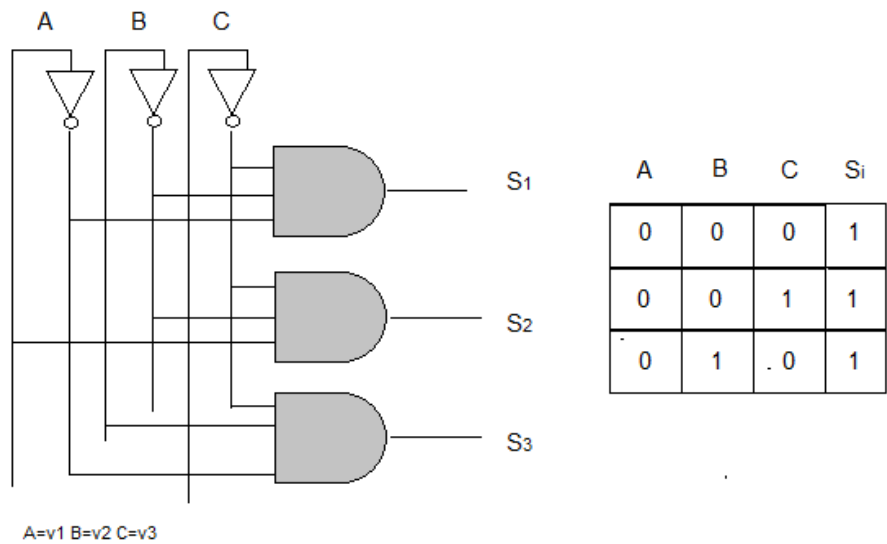


Figura 6. Codificación y selección de escala

La etapa de selección de escala tiene como función adaptar los valores de voltaje de entrada a la característica de operación del convertidor análogo digital y que en este caso funciona en niveles de voltaje 0 y 5 volts. En nuestro caso para escalar de manera automática el voltaje de entrada se procede a establecer un arreglo de comparadores de ventana para dividir los hasta 20 volts de entrada en escalas de 1/8 ,1/4 y 1/2, de manera que las señal de entrada se fracciona de acuerdo al nivel de entrada detectado (ver sección 1.1.3, el arreglo también se muestra en el diagrama esquemático) y de esta forma también se logra aprovechar de mejor forma la capacidad de visualización en la interfaz de usuario.

1.1.5 Divisor de voltaje y multiplexor analógico

Cuando ya se tienen las características del nivel de la señal de entrada se procede a realizar el escalamiento de esta por medio de una red divisora de voltaje. Para ello el circuito multiplexor entonces opera con la entrada indicada por los comparadores de ventana (S₁-S₃, 20,10 y 5 volts) y los voltajes suministrados por el divisor de voltaje en las entradas E1-E7 (escalados 1/8, 1/4 y 1/2 del valor de entrada) y de esta forma asegurar que se entrega al ADC un valor de voltaje apropiado.

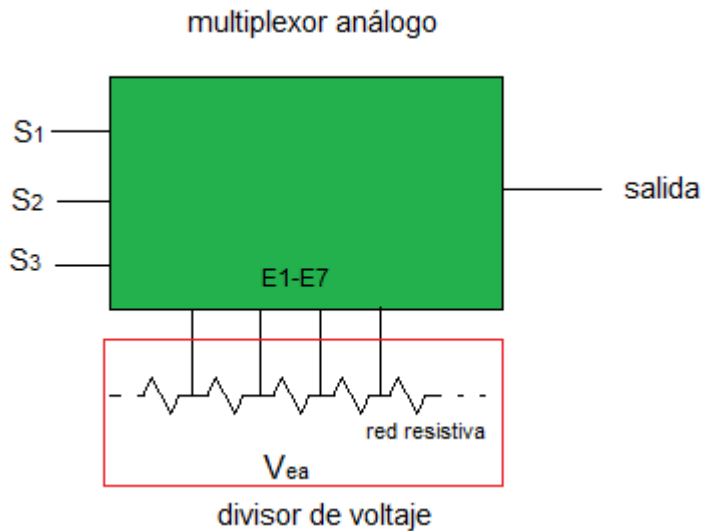


Figura 7. Selección y suministro de voltaje del multiplexor analógico.

1.1.6 Digitalización e interfaz a equipo de cómputo

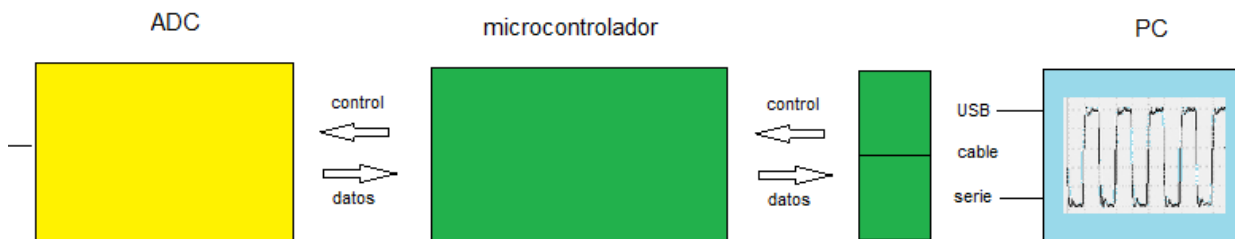


Figura 8. Proceso de digitalización y comunicación de datos.

Esta etapa es responsable de obtener el valor digitalizado del voltaje suministrado y posteriormente transmitirlo a la computadora personal donde reside la interfaz de usuario del osciloscopio.

1.1.7 Proceso de digitalización (ADC)

La digitalización de la señal se realiza mediante el convertidor análogo digital ADC8031 que opera a una velocidad de reloj de hasta 1 MHz y con señales de entrada en el rango de 0-5 V. Algunas ventajas adicionales para su selección es que incluye referencias de voltaje y no requiere ajustes de cero y escala plena, así como su reducido número de terminales para su operación y totales (8 “pines”). Este dispositivo se opera de acuerdo a una de las configuraciones indicadas en las notas de aplicación (anexo A, hojas técnicas) y su diagrama de operación se muestra a continuación.

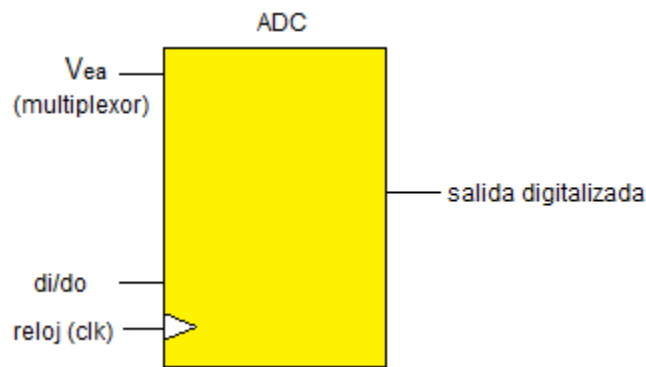


Figura 9. Configuración del ADC08031

1.1.8 Micro controlador e interfaz de datos

Para la lectura de la salida del ADC se utiliza un micro controlador de la familia “pic” el cual puede operar de manera eficiente para el objetivo planteado ya que es económico y puede funcionar a velocidades de 1 a 5 MHz, en estos circuitos se puede definir de manera independiente la característica I/O de cada una de sus terminales y requiere de pocos componentes para operar (en caso dado sólo un cristal de 4 o 20 MHz). La alternativa de uso es el PIC12f509 ya que con sus 8 terminales presenta un factor de forma apropiado para lograr un producto compacto (se utilizan 5 de 8 pines) e incluye el oscilador internamente, sin embargo para la puesta en marcha del prototipo se puede utilizar sin muchos ajustes el pic16f84 (usado en el prototipo) de la misma familia pero con más amplia distribución, ya que son compatibles en cuanto a su programación. El esquema de operación del circuito se muestra a continuación.

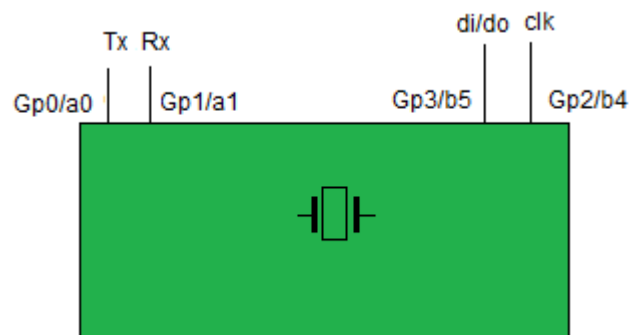


Figura 10. Configuración del micro controlador para el control de la comunicación e interfaz de datos.

La interfaz de datos debe de complementarse con el uso del circuito max233, que permite interconectar el micro controlador de manera directa y al mismo tiempo acopla los niveles de voltaje y de impedancia del puerto serie, también presenta la ventaja de no requerir componentes externos para su funcionamiento. Finalmente para lograr la operación del osciloscopio en una interfaz USB se privilegió entre las diferentes opciones el uso de un adaptador convertidor tipo serie-USB comercial por su reducido costo (ver anexo A), y a que de esta forma se puede conectar fácilmente a ambas interfaces de una computadora personal. El esquema de interconexión de los circuitos asociados a esta etapa se muestra en el diagrama general de las conexiones del osciloscopio.

1.1.9 Diagrama esquemático del osciloscopio

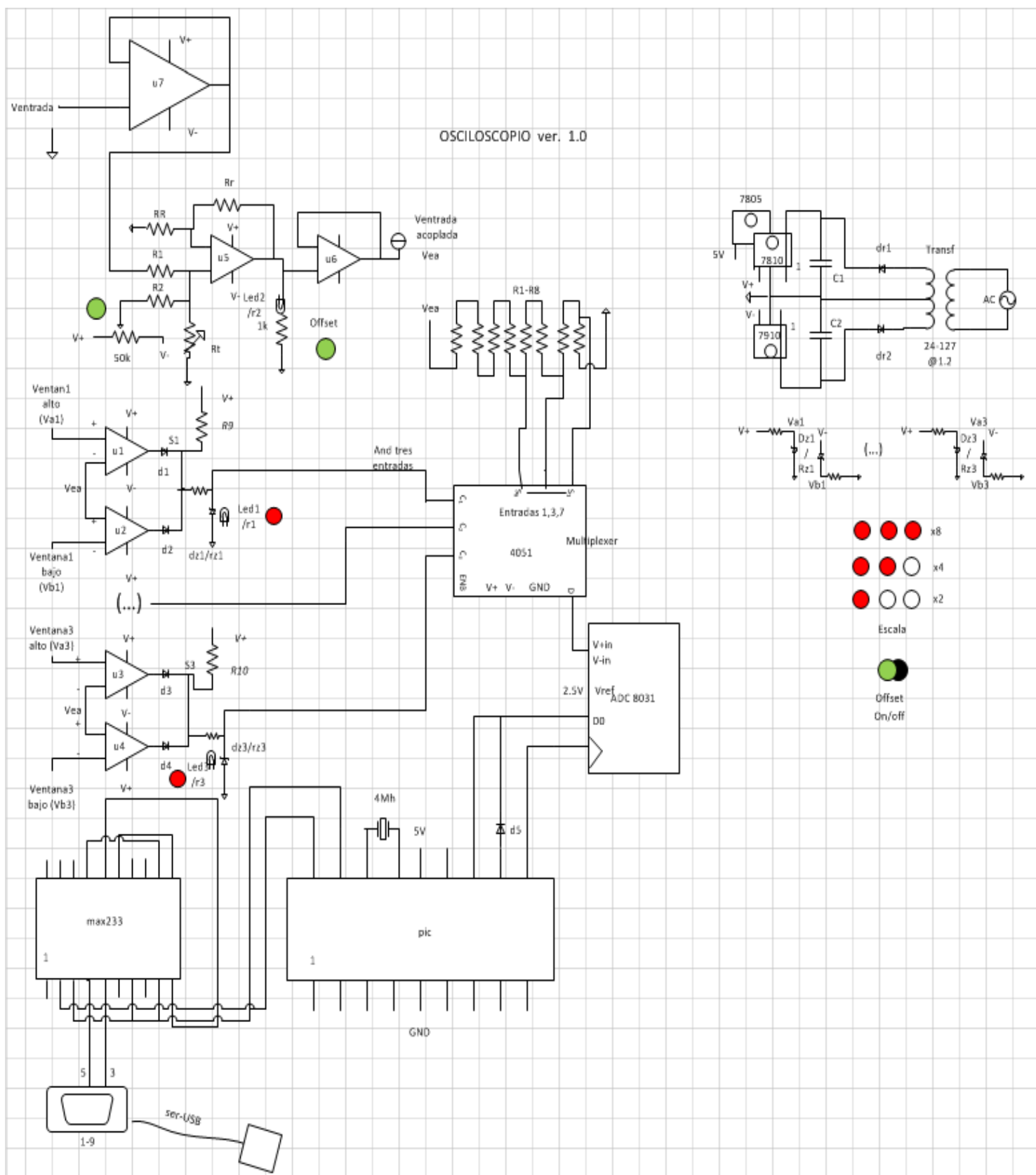


Figura 11. Diagrama esquemático del osciloscopio para la educación.

2 Diagrama de flujo de la programación del micro controlador

De acuerdo al diagrama general del osciloscopio (figura 12) se puede observar la interrelación operativa del micro controlador con el ADC y la interfaz de datos, por lo cual se debe de desarrollar un flujo de control en su operación, por esta razón se muestra el siguiente diagrama de flujo asociado a dichas etapas.

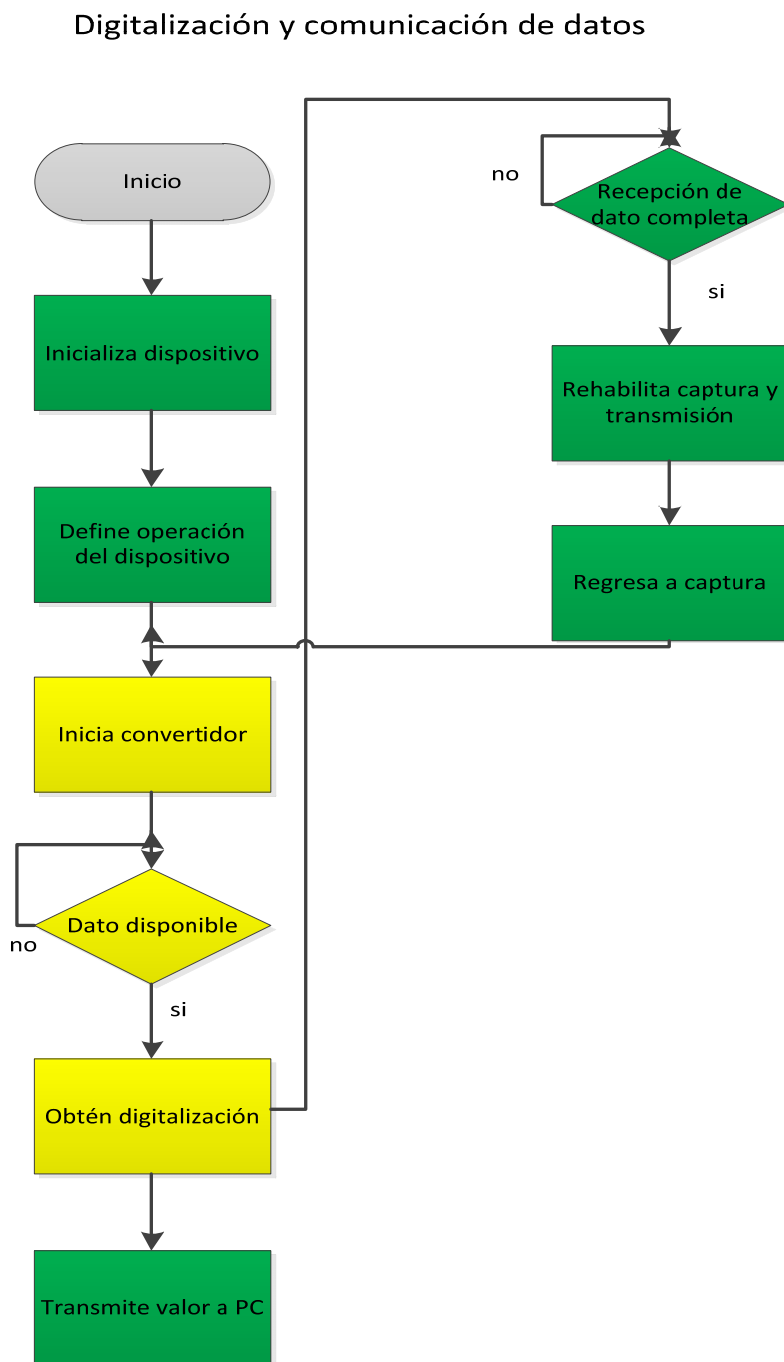


Figura 12. Diagrama de flujo de proceso de digitalización y control de la comunicación

2.1 Diagrama general de actividades en captura de datos y despliegue de resultados, programa PC.

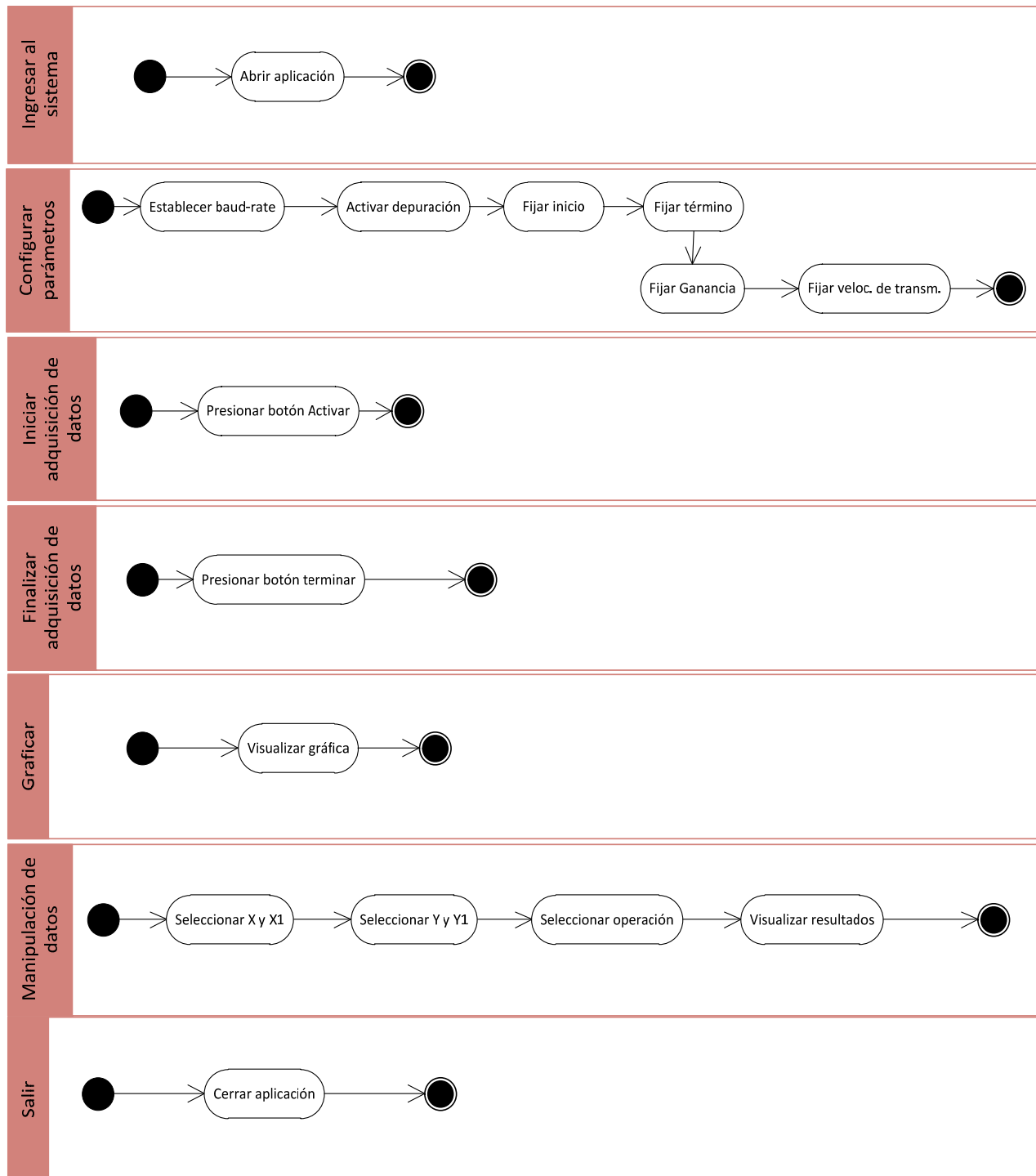


Figura 13. Diagrama general de actividades del programa anfitrión (PC).

2.2 Diagrama de actividades en manejo del cursor, acercamiento y archivado de la información

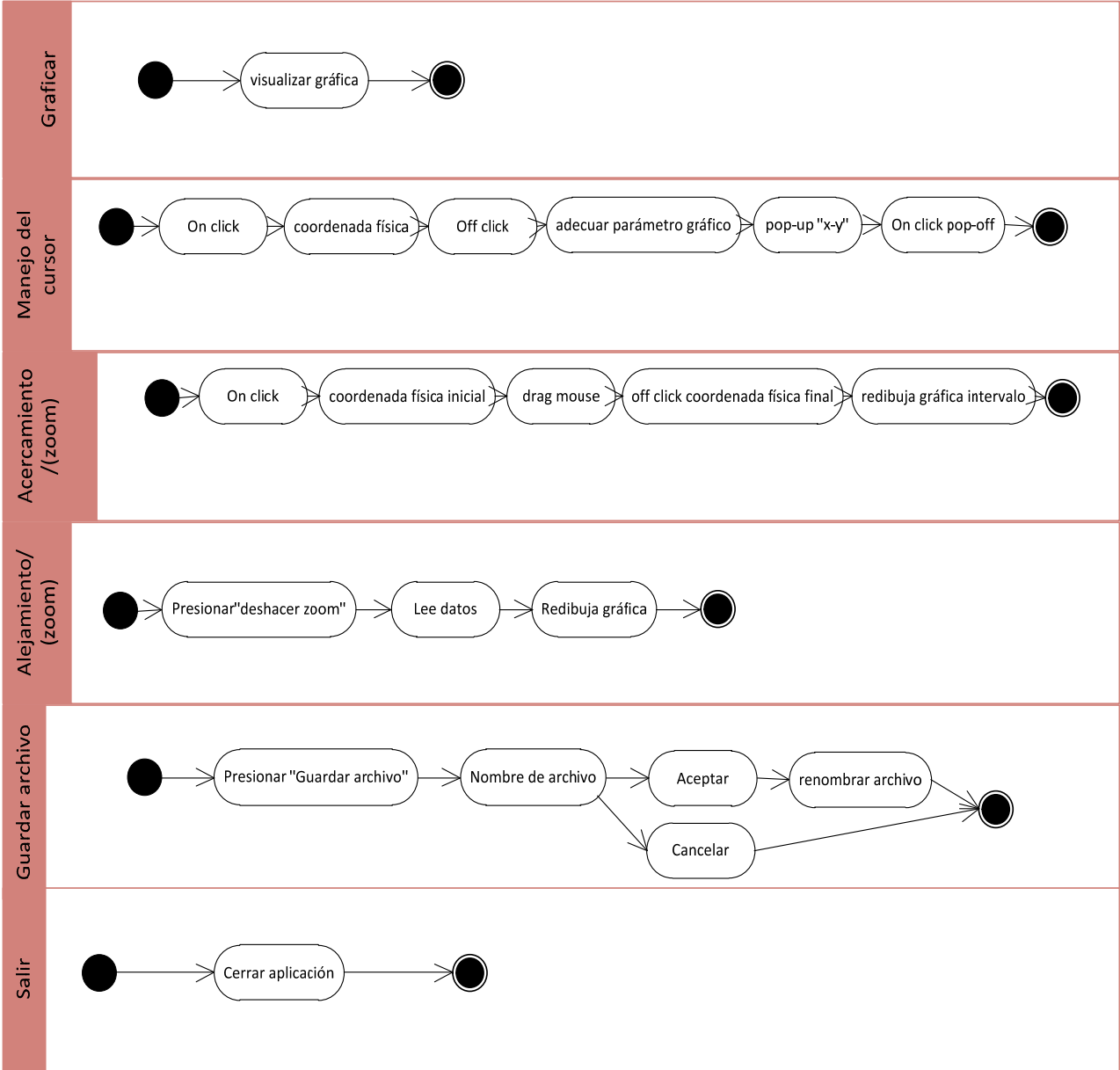


Figura 14. Diagrama de actividades para visualización y medición en interfaz de usuario en PC.

3 Resultados

El prototipo del osciloscopio fue probado en un banco de trabajo que consta de un generador de señales marca Ez modelo FG-8002, una fuente de alimentación auxiliar marca Lodestar modelo PS 303D, un osciloscopio comercial Tektronix modelo TDS 1012B y una computadora personal con sistema operativo Windows XP o 7 con puertos serie y USB para validar su funcionamiento; el comportamiento observado fue similar al esperado de acuerdo a las características de diseño, para verificar lo anterior se muestran algunas de las gráficas obtenidas durante sus pruebas de evaluación con la interfaz de usuario, cuya documentación de desarrollo y entorno operativo se incluyen en el apéndice E de este informe. Los resultados también fueron presentados en el congreso de instrumentación SOMI e ICIAS (Garcés, 2008-2010), con grupos de usuarios de educación media y en las presentaciones del grupo de Multimedia y Ambientes Virtuales dentro de los coloquios internos asignados al laboratorio de MAV durante el periodo de desarrollo.

En las *figuras 15 a 17* se pueden observar algunos elementos de referencia y comparativos con respecto al equipo desarrollado.

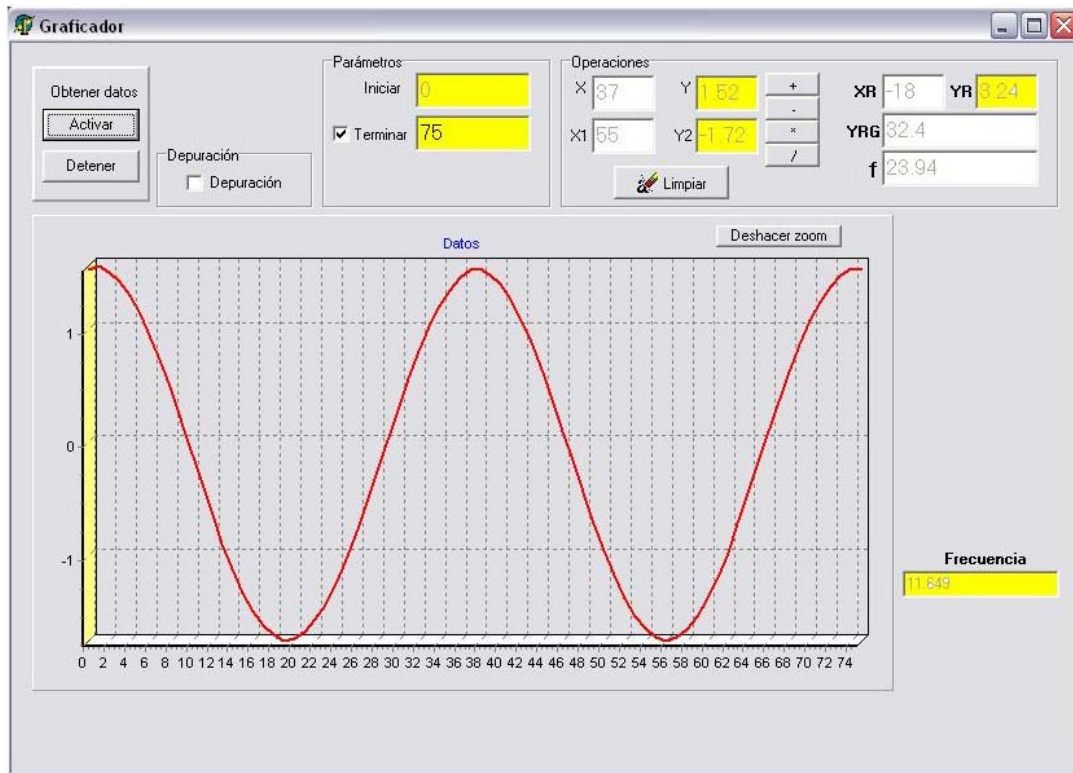


Figura 15. Visualización de una señal almacenada en la interfaz de usuario del osciloscopio para la educación.

En la figura 15 se observa que el osciloscopio para la educación presenta una interfaz mejorada y que contrasta claramente la señal, lo que mejora su presentación y definición y permite distinguir de forma más apropiada la imagen con lo que se facilita el proceso de medición, esta se realiza a través del cursor (operado por el mouse de la PC) y mide directamente sobre la imagen y reporta los valores seleccionados (casillas en amarillo) indicando sus valores de voltaje y frecuencia; adicionalmente cuenta con una calculadora en pantalla y su funcionamiento permite realizar operaciones sobre los valores escogidos de la curva (2 puntos simultáneamente). Por otro lado para realizar mediciones en la gráfica almacenada en el osciloscopio comercial se requiere realizar manualmente aproximaciones sobre la imagen mostrada en la figura 16.

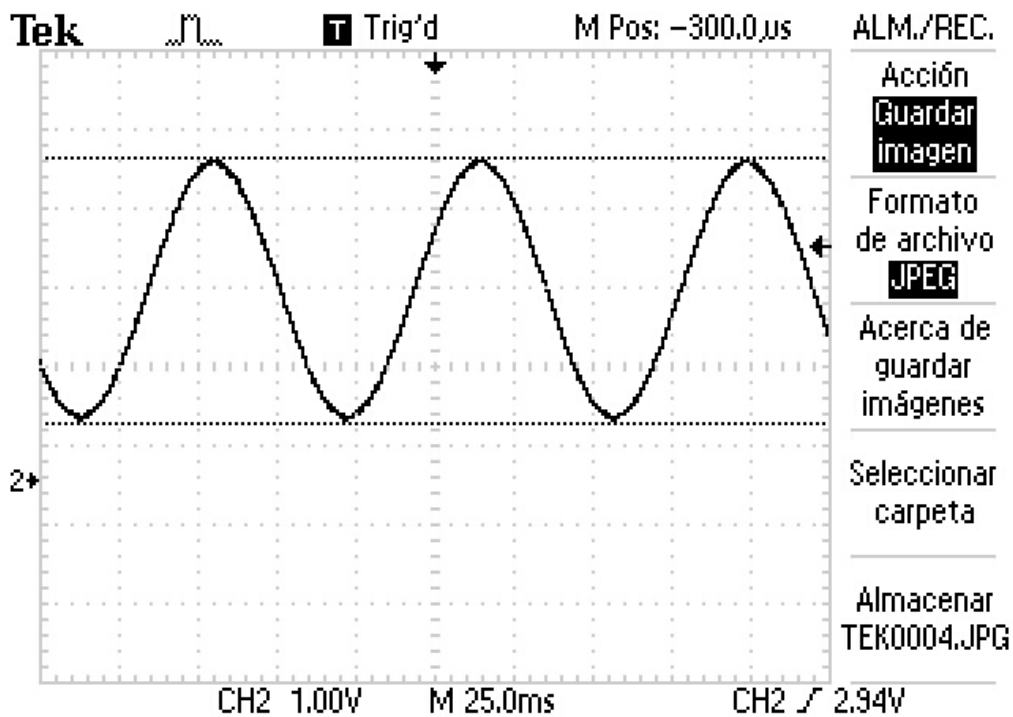


Figura 16. Imagen de osciloscopio tektronix con los mismos parámetros que figura 13, mostrada para comparación.

El equipo desarrollado también permite hacer función de acercamiento (zoom, figura 15) por medio del cursor; en la operación del osciloscopio para la educación es posible delimitar la cantidad de datos capturados aunque también puede operar en modo continuo. La interfaz permite almacenar la información digitalizada lo que es una ventaja para que el usuario pueda realizar análisis de datos. La interfaz, como se observa, es intuitiva y amigable lo que facilita su uso y ayuda a disminuir la curva de aprendizaje para su operación.

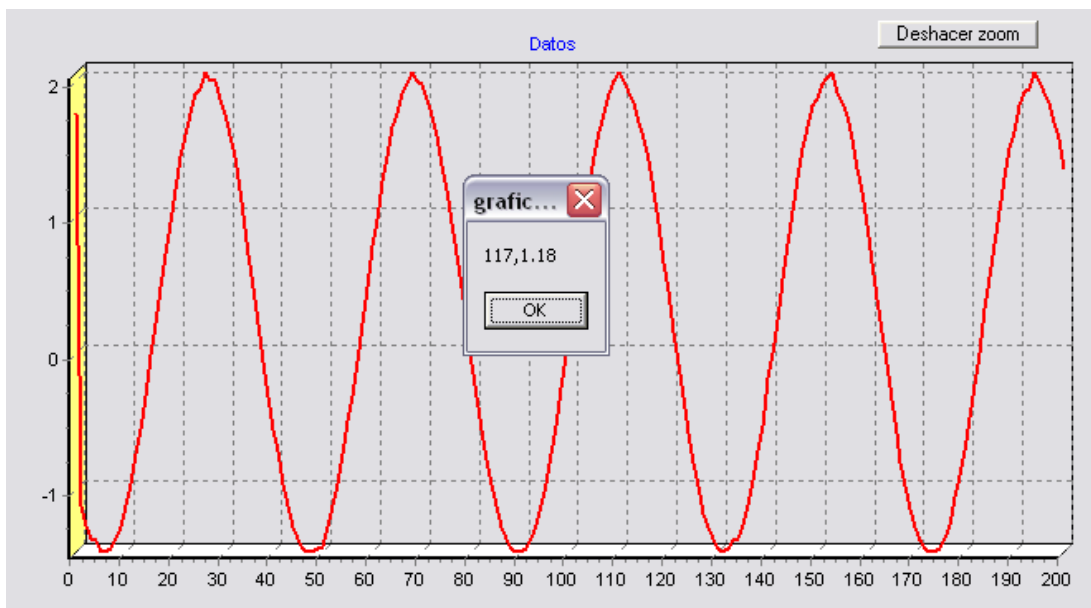


Figura 17. Función de acercamiento y manejo del cursor en interfaz del osciloscopio.

Características del hardware	Voltaje de alimentación	127 VAC
	Corriente de alimentación	1.2 Amp.
	Voltaje máximo señal de trabajo	20 Volts (+/- 10 Volts)
	Frecuencia máxima de muestreo	1 MS/s
	Interfaz de operación	Serie/USB
Interfaz de usuario	Carátula de operación	Si
Ajustes del usuario	Manual	1.Offset
Requisitos de operación	Computadora Personal con puerto serie o USB, Windows XP Windows 7 o Linux (con Wine), monitor de video 15" o mayor	
Programa de usuario	Graficador, residente en PC	Captura y despliegue de datos, selección de datos, función de "zoom" y almacenamiento de archivos.

Tabla 1. Resumen de las características de operación del osciloscopio para la educación.

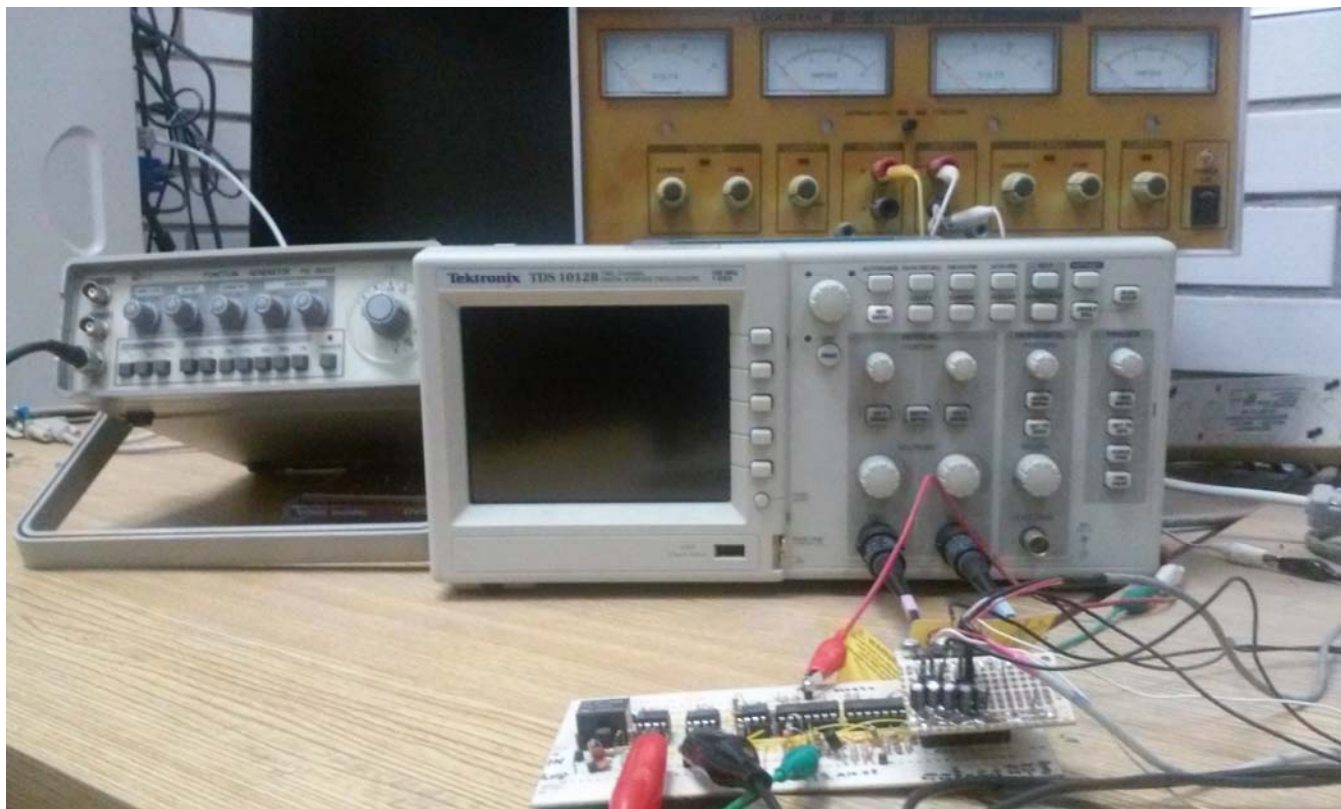


Figura 18. Fotografía del arreglo experimental utilizado para las pruebas del osciloscopio para la educación.

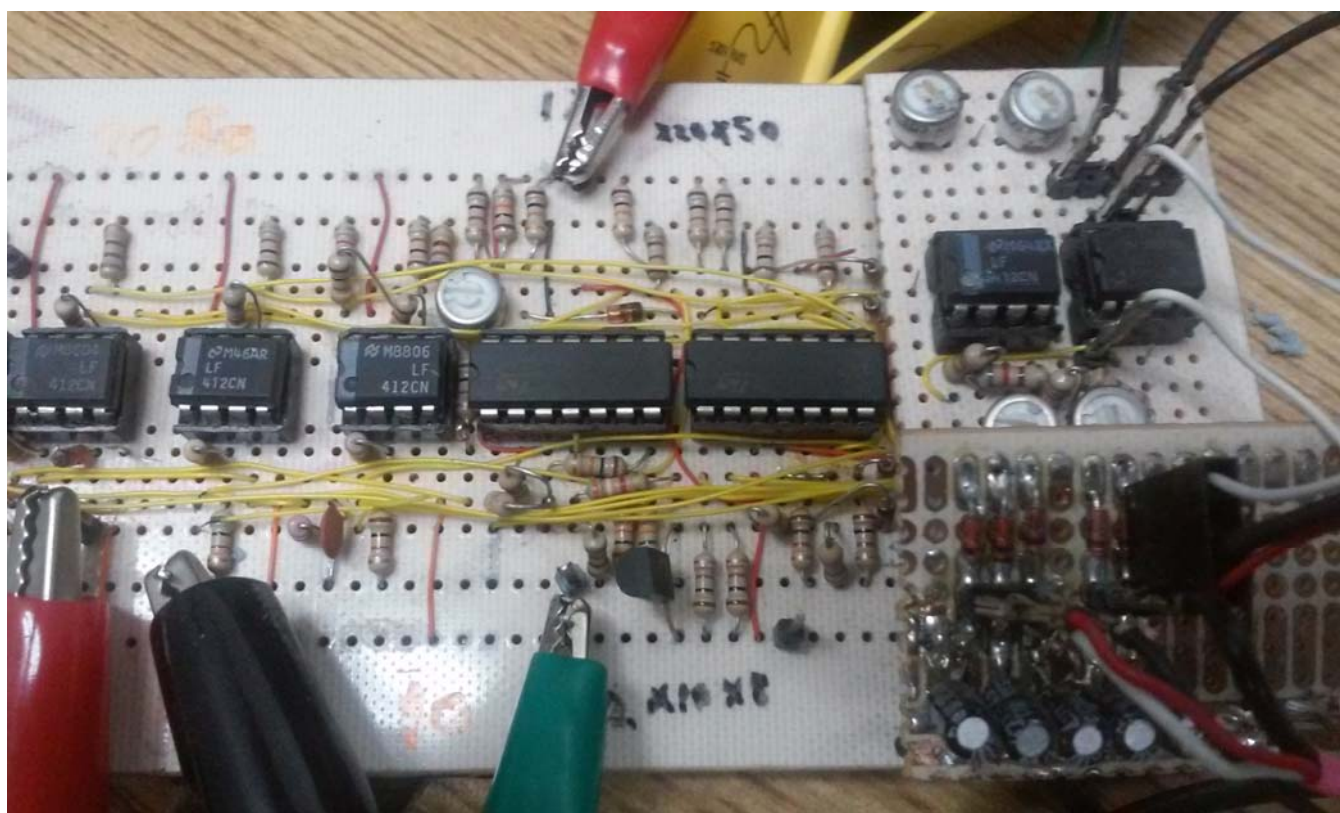


Figura 19. Fotografía de la tablilla tipo protoboard con el circuito prototipo del osciloscopio para la educación.

Conclusiones

Considero que el desarrollo realizado proporciona al sistema educativo una alternativa real para trabajar en ambientes de aprendizaje de naturaleza experimental, particularmente en las áreas de la electricidad y la electrónica y con pocos ajustes en otras áreas de las ciencias y la tecnología, a un reducido costo (los costos mostrados en el anexo A son al menudeo, pero pueden reducirse ampliamente para fabricación en mayores volúmenes) y con una mínima demanda de infraestructura física (en la escuela o en el hogar), con funcionalidad amigable y capacidades de reporte y análisis superiores a la proporcionadas por equipos de alta gama. El proyecto del osciloscopio para la educación permitió desarrollar una amplia variedad de estrategias y recursos interactivos, virtuales y multimedia para la mejora y realización de este y otros equipos que integran el Laboratorio Experimental Multimedia, una iniciativa bajo la cual desarrollo otra variedad de proyectos para la educación y los ambientes virtuales (Garcés, 2008-2010); las prestaciones de las interfaces creadas y sus ventajas de uso abren toda una gama de aplicaciones e interoperabilidad que elevan el nivel, alcance e impacto de los equipos. También se observa el cumplimiento de otro de los objetivos del proyecto y que es el poder integrar una solución inicial completa que cubra tanto el hardware como el software, lo que permitirá un mejor crecimiento del producto en cuanto al espectro de sus aplicaciones así como de sus capacidades, información que se resume en la documentación de desarrollo del programa anfitrión e interfaz de usuario que se muestra en el apéndice E. Todo lo anterior se complementó con algunas pruebas de campo con usuarios que mostraron algunas líneas de mejora en las prestaciones y capacidades proporcionadas por el sistema en su conjunto.

Anexo A Listado de partes y componentes

Parte	Ubicación	Precio y proveedor
U1-U7 LF412 (OpAmp)	Frente de entrada y escala	\$11 AG
R _R 1M	Frente de entrada	\$0.20 c/u AG
R _r 10K	Frente de entrada	\$0.20 c/u AG
R1,R2 y R _t 220K	Frente de entrada	\$0.20 c/u AG
led2/r2 (offset) led verde o azul ultra brillante/1 K (3pzas c/u)	Frente de entrada	\$0.85/\$0.20 AG
Potenciómetro de 50 K	Frente de entrada	\$14 AG
dr1 y dr2 diodo rectificador 1N4007	Fuente de voltaje	\$0.85 c/u AG
Transformador de 127 a 24 volts @ 1.2 A	Fuente de voltaje	\$127 AG
Capacitores C1 y C2 de 1000 uf @ 30 V	Fuente de voltaje	\$4.50 c/u AG
KA7810, KA7910 y KA7805 (reguladores de voltaje fijo 10, -10 y 5 V)	Fuente de voltaje	\$11 c/u AG
Dzi/Rzi (comparadores de ventana) 1N750A/2K	Selección de escala	\$2/\$0.20 c/u AG
R1-R8 100 K @ 1%	Selección de escala	\$2 c/u
ledi/ri led rojo ultra brillante 3 mm/2.2K (3pzas c/u)	Selección de escala	\$0.85/\$0.20 AG
d1-d5 1N4148 (comparador de ventana y pic)	Selección de escala e interfaz de comunicación	\$0.85 c/u AG
CD4051 (multiplexor)	Selección de escala	\$10 AG
ADC08031	Conversión análoga digital	\$105 AG
LM336 2.5 o NTE5001A (ADC ref. 2.5 V)	Conversión análoga digital	\$3 AG
Micro controlador 16f84 o 12f509 (pic)	Digitalización e interfaz de comunicación	\$62/\$17 AG
Conector DB9 (interfaz serie)	ídem	\$13 steren
Max233 (interfaz serie)	ídem	\$56 AG
Convertidor tipo serie a USB	ídem	\$70 (ML o steren)
Cristal de 4 MHz (opc. depende del micro controlador seleccionado)	ídem	\$10 AG
Total aproximado		\$594/549

AG= www.agelectrónica.com; steren= steren.com.mx ; ML=mercado libre.com
(Precios en pesos mexicanos)



June 2000

ADC08031/ADC08032/ADC08034/ADC08038 8-Bit High-Speed Serial I/O A/D Converters with Multiplexer Options, Voltage Reference, and Track/Hold Function

General Description

The ADC08031/ADC08032/ADC08034/ADC08038 are 8-bit successive approximation A/D converters with serial I/O and configurable input multiplexers with up to 8 channels. The serial I/O is configured to comply with the NSC MICROWIRE™ serial data exchange standard for easy interface to the COPS™ family of controllers, and can easily interface with standard shift registers or microprocessors.

The ADC08034 and ADC08038 provide a 2.6V band-gap derived reference. For devices offering guaranteed voltage reference performance over temperature see ADC08131, ADC08134 and ADC08138.

A track/hold function allows the analog voltage at the positive input to vary during the actual A/D conversion.

The analog inputs can be configured to operate in various combinations of single-ended, differential, or pseudo-differential modes. In addition, input voltage spans as small as 1V can be accommodated.

Applications

- Digitizing automotive sensors
- Process control monitoring
- Remote sensing in noisy environments
- Instrumentation

- Test systems
- Embedded diagnostics

Features

- Serial digital data link requires few I/O pins
- Analog input track/hold function
- 2-, 4-, or 8-channel input multiplexer options with address logic
- 0V to 5V analog input range with single 5V power supply
- No zero or full scale adjustment required
- TTL/CMOS input/output compatible
- On chip 2.6V band-gap reference
- 0.3" standard width 8-, 14-, or 20-pin DIP package
- 14-, 20-pin small-outline packages

Key Specifications

- Resolution: 8 bits
- Conversion time ($f_c = 1$ MHz): 8μs (max)
- Power dissipation: 20mW (max)
- Single supply: 5V_{DC} (±5%)
- Total unadjusted error: ±½ LSB and ±1LSB
- No missing codes over temperature

Ordering Information

Industrial ($-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$)	Package
ADC08031CIN*	N08E
ADC08038CIN*	N20A
ADC08031CIWM, ADC08032CIWM, ADC08034CIWM	M14B
ADC08038CIWM	M20B

*Not recommended for new designs.

COPS™ microcontrollers and MICROWIRE™ are trademarks of National Semiconductor Corporation.

ADC08031/ADC08032/ADC08034/ADC08038 8-Bit High-Speed Serial I/O A/D Converters with
Multiplexer Options, Voltage Reference, and Track/Hold Function

Documentación completa en:

<http://www.ti.com/analog/docs/litabsmultiplefilelist.tsp?literatureNumber=snas062c&docCategoryId=2&familyId=2019&keyMatch=adc08031&tisearch=Search-EN-Everything>

CD405xB CMOS Single 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer With Logic-Level Conversion

1 Features

- Wide Range of Digital and Analog Signal Levels
 - Digital: 3 V to 20 V
 - Analog: $\leq 20 V_{P-P}$
- Low ON Resistance, 125 Ω (Typical) Over 15 V_{P-P} Signal Input Range for $V_{DD} - V_{EE} = 18 V$
- High OFF Resistance, Channel Leakage of $\pm 100 pA$ (Typical) at $V_{DD} - V_{EE} = 18 V$
- Logic-Level Conversion for Digital Addressing Signals of 3 V to 20 V ($V_{DD} - V_{SS} = 3 V$ to 20 V) to Switch Analog Signals to 20 V_{P-P} ($V_{DD} - V_{EE} = 20 V$) Matched Switch Characteristics, $r_{ON} = 5 \Omega$ (Typical) for $V_{DD} - V_{EE} = 15 V$ Very Low Quiescent Power Dissipation Under All Digital-Control Input and Supply Conditions, 0.2 μW (Typical) at $V_{DD} - V_{SS} = V_{DD} - V_{EE} = 10 V$
- Binary Address Decoding on Chip
- 5 V, 10 V, and 15 V Parametric Ratings
- 100% Tested for Quiescent Current at 20 V
- Maximum Input Current of 1 μA at 18 V Over Full Package Temperature Range, 100 nA at 18 V and 25°C
- Break-Before-Make Switching Eliminates Channel Overlap

2 Applications

- Analog and Digital Multiplexing and Demultiplexing
- A/D and D/A Conversion
- Signal Gating
- Factory Automation
- Televisions
- Appliances
- Consumer Audio
- Programmable Logic Circuits
- Sensors

3 Description

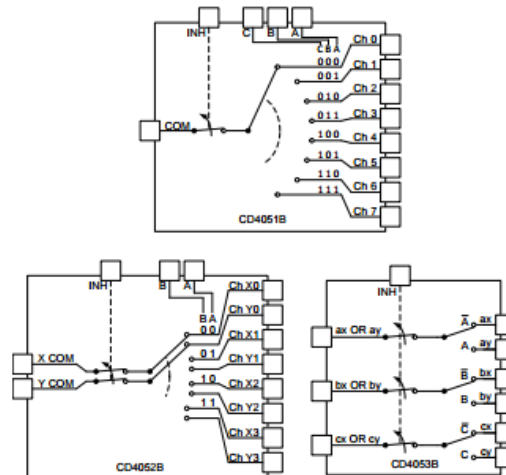
The CD405xB analog multiplexers and demultiplexers are digitally-controlled analog switches having low ON impedance and very low OFF leakage current. These multiplexer circuits dissipate extremely low quiescent power over the full $V_{DD} - V_{SS}$ and $V_{DD} - V_{EE}$ supply-voltage ranges, independent of the logic state of the control signals.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
CD405xB	CDIP (16)	19.50 mm $\times$ 6.92 mm
	PDIP (16)	19.30 mm $\times$ 6.35 mm
	SOIC (16)	9.90 mm $\times$ 3.91 mm
	SOP (16)	10.30 mm $\times$ 5.30 mm
	TSSOP (16)	5.00 mm $\times$ 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Functional Diagrams of CD405xB



Documentação completa em:

http://www.ti.com/product/CD4051B/datasheet/specifications?keyMatch=cd4051&tisearch=Search-EN-Everything#&lid=en_US_folder_p_cd4051b_datasheet_action_link



TL08xx JFET-Input Operational Amplifiers

1 Features

- Low Power Consumption: 1.4 mA/ch Typical
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias Current: 30 pA Typical
- Low Input Offset Current: 5 pA Typical
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion: 0.003% Typical
- High Input Impedance: JFET Input Stage
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate: 13 V/μs Typical
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V_{CC+}

2 Applications

- Tablets
- White goods
- Personal electronics
- Computers

3 Description

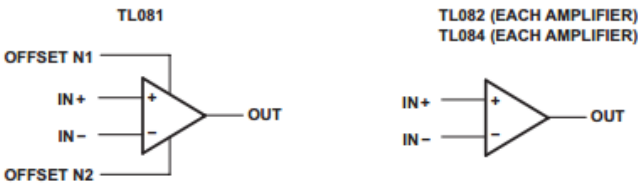
The TL08xx JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset-voltage temperature coefficient.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TL084xD	SOIC (14)	8.65 mm × 3.91 mm
TL08xxFK	LCCC (20)	8.89 mm × 8.89 mm
TL084xJ	CDIP (14)	19.56 mm × 6.92 mm
TL084xN	PDIP (14)	19.3 mm × 6.35 mm
TL084xNS	SO (14)	10.3 mm × 5.3 mm
TL084xPW	TSSOP (14)	5.0 mm × 4.4 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Schematic Symbol



Especificación completa en: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl082.pdf>



PIC12F508/509/16F505

8/14-Pin, 8-Bit Flash Microcontrollers

Devices Included In This Data Sheet:

- PIC12F508 • PIC12F509 • PIC16F505

High-Performance RISC CPU:

- Only 33 Single-Word Instructions to Learn
- All Single-Cycle Instructions Except for Program Branches, which are Two-Cycle
- 12-Bit Wide Instructions
- 2-Level Deep Hardware Stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes for Data and Instructions
- 8-Bit Wide Data Path
- 8 Special Function Hardware Registers
- Operating Speed:
 - DC – 20 MHz clock input (PIC16F505 only)
 - DC – 200 ns instruction cycle (PIC16F505 only)
 - DC – 4 MHz clock input
 - DC – 1000 ns instruction cycle

Special Microcontroller Features:

- 4 MHz Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)
- In-Circuit Debugging (ICD) Support
- Power-On Reset (POR)
- Device Reset Timer (DRT)
- Watchdog Timer (WDT) with Dedicated On-Chip RC Oscillator for Reliable Operation
- Programmable Code Protection
- Multiplexed MCLR Input Pin
- Internal Weak Pull-Ups on I/O Pins
- Power-Saving Sleep mode
- Wake-Up from Sleep on Pin Change
- Selectable Oscillator Options:
 - INTRC: 4 MHz precision Internal oscillator
 - EXTRC: External low-cost RC oscillator
 - XT: Standard crystal/resonator
 - HS: High-speed crystal/resonator (PIC16F505 only)
 - LP: Power-saving, low-frequency crystal
 - EC: High-speed external clock input (PIC16F505 only)

Low-Power Features/CMOS Technology:

- Operating Current:
 - $< 175 \mu\text{A}$ @ 2V, 4 MHz, typical
- Standby Current:
 - 100 nA @ 2V, typical
- Low-Power, High-Speed Flash Technology:
 - 100,000 Flash endurance
 - > 40 year retention
- Fully Static Design
- Wide Operating Voltage Range: 2.0V to 5.5V
- Wide Temperature Range:
 - Industrial: -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$
 - Extended: -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$

Peripheral Features (PIC12F508/509):

- 6 I/O Pins:
 - 5 I/O pins with individual direction control
 - 1 input only pin
 - High current sink/source for direct LED drive
 - Wake-on-change
 - Weak pull-ups
- 8-Bit Real-Time Clock/Counter (TMR0) with 8-Bit Programmable Prescaler

Peripheral Features (PIC16F505):

- 12 I/O Pins:
 - 11 I/O pins with individual direction control
 - 1 input only pin
 - High current sink/source for direct LED drive
 - Wake-on-change
 - Weak pull-ups
- 8-Bit Real-Time Clock/Counter (TMR0) with 8-Bit Programmable Prescaler

Especificación completa en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41236E.pdf>



May 1998

LM136-2.5/LM236-2.5/LM336-2.5V Reference Diode

General Description

The LM136-2.5/LM236-2.5 and LM336-2.5 integrated circuits are precision 2.5V shunt regulator diodes. These monolithic IC voltage references operate as a low-temperature-coefficient 2.5V zener with 0.2Ω dynamic impedance. A third terminal on the LM136-2.5 allows the reference voltage and temperature coefficient to be trimmed easily.

The LM136-2.5 series is useful as a precision 2.5V low voltage reference for digital voltmeters, power supplies or op amp circuitry. The 2.5V make it convenient to obtain a stable reference from 5V logic supplies. Further, since the LM136-2.5 operates as a shunt regulator, it can be used as either a positive or negative voltage reference.

The LM136-2.5 is rated for operation over -55°C to +125°C while the LM236-2.5 is rated over a -25°C to +85°C temperature range.

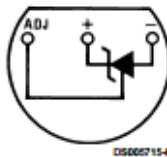
The LM336-2.5 is rated for operation over a 0°C to +70°C temperature range. See the connection diagrams for available packages.

Features

- Low temperature coefficient
- Wide operating current of 400 μA to 10 mA
- 0.2Ω dynamic impedance
- ±1% initial tolerance available
- Guaranteed temperature stability
- Easily trimmed for minimum temperature drift
- Fast turn-on
- Three lead transistor package

Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package

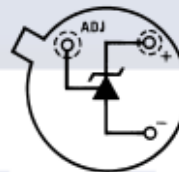


DS005715-4

Bottom View

Order Number LM236Z-2.5,
LM236AZ-2.5, LM336Z-2.5 or LM336BZ-2.5
See NS Package Number Z03A

TO-46
Metal Can Package



DS005715-20

Bottom View

Order Number LM136H-2.5,
LM136H-2.5/883, LM236H-2.5,
LM136AH-2.5, LM136AH-2.5/883
or LM236AH-2.5
See NS Package Number H03H

MAX220–MAX249

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220-MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

The MAX220-MAX249 are offered in 26 different packages with temperatures from 0 to +70°C up to -55°C to +125°C. See ordering information table at the end of the data sheet for all package and temperature options.

Applications

- Interface Translation
- Multidrop RS-232 Networks
- Portable Diagnostics Equipment

AutoShutdown and UCSP are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc.

Benefits and Features

Saves Board Space

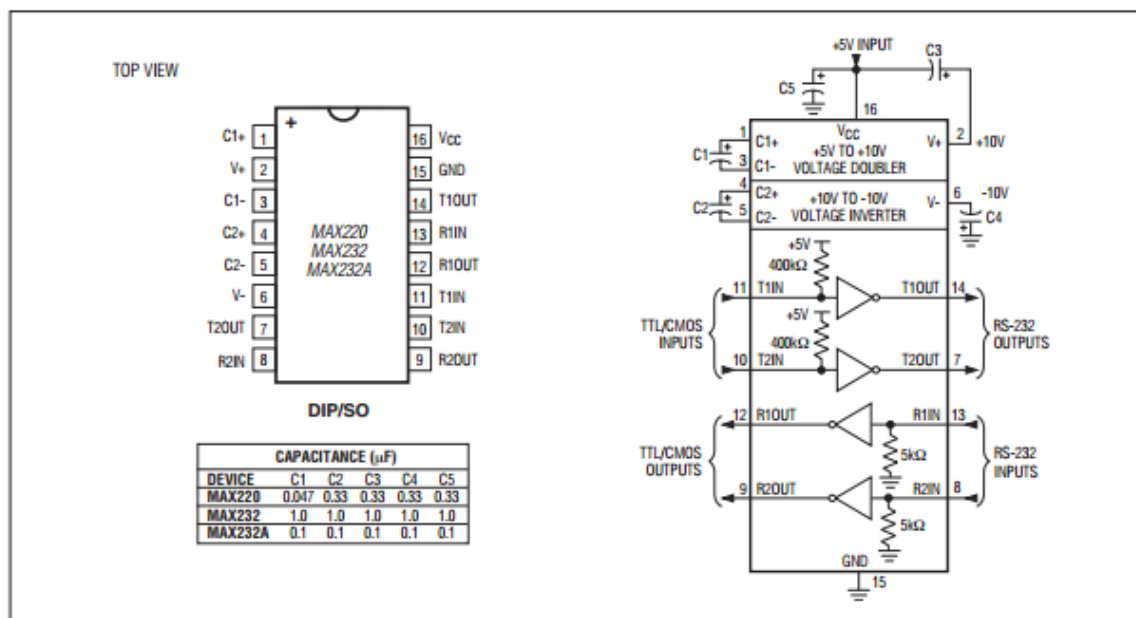
- Integrated Charge Pump Circuitry
 - Eliminates the Need for a Bipolar $\pm 12V$ Supply
 - Enables Single Supply Operation from +5V Supply
- Integrated Capacitors (MAX223, MAX233, MAX235, MAX245-MAX247)

Saves Power for Reduced Power Requirements

- 5 μ W Shutdown Mode

Ordering Information and Selection Table appears at end of data sheet.

MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit



Especificación completa en: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>

Anexo C Listado del programa del circuito micro controlador

```
;-----  
;osciloscopio escolar V1 LMAVCCADET  
;-----  
;mapa de memoria  
tmr0 equ 0x01  
status equ 0x03  
porta equ 0x05  
portb equ 0x06  
status equ 0x03  
intcon equ 0x0b  
rcvreg equ 0x0c  
count equ 0x0d  
temp equ 0x0e  
ncount equ 0x10  
mcount equ 0x11  
sendreg equ 0x12  
trisa equ 0x85  
trisb equ 0x86  
optreg equ 0x81  
;-----  
;mapa de bits  
c equ 0  
z equ 2  
rp0 equ 5  
;-----  
org 0x00  
org 0x004  
start movlw 0x08 ;0000 1000 definición de líneas I/O  
tris porta  
movlw 0x1f ;0001 1111 define puerto  
movlw 0x1f ;1111 1000 define puerto  
tris portb;configura puerto  
clrf portb;limpia bits puerto  
nvo_dat movlw 0x01 ;0000 0001  
movwf porta;inicializa ADC  
bcf intcon,7 ;deshab. ints.escala  
bcf intcon,5 ;DESHAB. INTS. TMR0  
convert bcf porta,0 ;T setup, CS low  
nop  
bsf porta,2 ;clock high  
nop  
bcf porta,2 ;clock low start conversion  
nop  
bsf porta,2 ;clock high  
call ser_in ;a la subrutina de entrada de datos  
bsf porta,2 ;ultimo pulso de reloj  
nop  
bcf porta,2 ;reloj bajo  
nop  
bsf porta,0 ;CS high  
movf rcvreg,w ;no
```

```

movwf sendreg      ;prepara
call ser_out       ;salida a puerto
btfss porta,1      ;Tx complete
goto esp_bnd_rx    ;espera terminación
goto convert        ;regresa a configurar y capturar nuevo dato
;para que te quedes en escala, si no cambias a escala superior hasta que sea valor
dentro del rango
;serial out de dato para graficacion y regresas a opera, captura y verifica
;luego procedes a usar programa de graficacion
;-----
ser_in      clrfs rcvreg      ;limpia registro
movlw 0x08  ;inicia contador 8 bits
movwf count
getbit      bcf   porta,2     ;reloj bajo
nop
movf porta,w      ;lee puerto a
movwf temp      ;almacena copia
rrf temp,f
rrf temp,f
rrf temp,f
rrf temp,f      ;rota el bit hacia el acarreo
rlf rcvreg,f      ;
decfsz count,f      ;decrementa el contador
goto shift
return          ;hecho
shiftbsf porta,2     ;reloj en alto
goto getbit
;-----
debounce      movlw 0x01      ;M 0xff
movwf mcount      ;al contador M
loadn movlw 0x0a      ;N 0xff
movwf ncount      ;al contador N
decn decfsz ncount,f      ;decrementa N
goto decn      ;hasta el 0
decfsz mcount,f      ;decrementa M
goto loadn      ;otra vez
return          ;hecho
;-----
ser_out      bcf   intcon,5    ;deshabilita las interrupciones del timer0
bcf   intcon,7      ;deshabilitación global
clrfs tmr0      ;limpia el contador temporizador
clrwdt         ;limpia el watchdog
bsf   status,rp0
movlw 0xd8      ;configura el contador-temporizador
movwf optreg
bcf   status,rp0
movlw 0x08      ;inicia contador de corrimiento
movwf count
bcf   porta,1      ;bit de inicio
movlw 0x30      ;defina el contador bauds
movwf tmr0      ;inici el C-T
bcf   intcon,2      ;limpia la bancaria de desbordamiento temp.

```

```

time1btfssintcon,2    ;desbordamiento de la bandera del contador
goto time1;aún no
movlw0x30
movwftmr0 ;inici el C-T
bcf  intcon,2    ;si, limpia la bandera de desbordamiento
nxtbit    rrf    sendreg,f ;rota en el acarreo
bcf  porta,1     ;limpia el bit1 del puerto a
btfscstatus,c    ;verifica estado de la bandera de acarreo
bsf  porta,1     ;el bit esta en alto
time2btfssintcon,2    ;desbordamiento del C-T?
goto time2;no
movlw0x30
movwftmr0 ;inici el C-T
bcf  intcon,2    ;limpia bandera desbord
decfsz    count,f    ;8 bits?
goto nxtbit    ;no
bsf  porta,1     ;si, puerto a bit 1
time3btfssintcon,2    ;desbordamiento del C-T?
goto time3;no
return    ;finalizado
;-----
iservbtfscportb,3    ;lee bit s3 sobrevoltaje
goto alerta
goto escala    ;inc temp medidor dist
retfie
;-----
end

```

Anexo D Listado de la interfaz de usuario

```
unit Unit1;
```

```
interface//Interfaz de usuario
```

```
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, OoMisc, AdPort, StdCtrls, ADTrmEmu, TeEngine, Series, ExtCtrls,
  TeeProcs, Chart, Mask, AdPacket, Buttons, ComCtrls,
  Grids, ValEdit;
```

```
type
  TForm1 = class(TForm)//definición de la interacción de la interface
    ApdComPort1: TApdComPort;
    Button1: TButton;
    AdTerminal1: TAdTerminal;
    Button2: TButton;
    Chart: TChart;
    Series1: TFastLineSeries;
    Panel1: TPanel;
    Label1: TLabel;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    EdFin: TEdit;
    Button3: TButton;
    CheckBox1: TCheckBox;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label2: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Edx: TEdit;
    edy: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    edx1: TEdit;
    edy1: TEdit;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    Label9: TLabel;
    Edxr: TEdit;
    Label10: TLabel;
    Edyr: TEdit;
    BitBtn1: TBitBtn;
    Memo1: TMemo;
    Label12: TLabel;
    EdG: TEdit;
    Label13: TLabel;
    edvt: TEdit;
    Label14: TLabel;
```

```

edYRG: TEdit;
Label15: TLabel;
edf: TEdit;
Memo2: TMemo;
GroupBox3: TGroupBox;
cboxBaud: TComboBox;
GroupBox4: TGroupBox;
CheckBox2: TCheckBox;
Label5: TLabel;
edMaxAnt: TEdit;
edfrecuencia: TEdit;
Label11: TLabel;
edanterior: TEdit;
Label16: TLabel;
procedure ApdComPort1TriggerAvail(CP: TObject; Count: Word);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure CheckBox1Click(Sender: TObject);
procedure ChartClickSeries(Sender: TCustomChart; Series: TChartSeries;
    ValueIndex: Integer; Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
procedure SpeedButton4Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure CheckBox2Click(Sender: TObject);
procedure ApdComPort1PortClose(Sender: TObject);
procedure cboxBaudChange(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end; //fin definición de parámetros de interacción

```

var//definición de variables

```

Form1: TForm1;
opx, opy, opx1, opy1: double;
Archivo: textFile;

```

```

implementation
{$R *.dfm}

```

```

procedure TForm1.ApdComPort1TriggerAvail(CP: TObject; Count: Word);
var
I: word;
C: char;
E, fin: integer;
j: real;
puntos: integer;
anterior: real;

```

```

es_minimo:boolean;
frecuencia:real;//fin definición de variables

begin//captura de datos
j:=0;
fin:=StrToInt(EFin.Text);
puntos:=0;
  for I := 1 to count do begin
    /**Obtener valor
    C:=ApdComPort1.GetChar;
    case C of
      #0..#31:;
    else
    end;
    E:=ord(C);

    /**Valores X,Y para gráfica
    chart.Series[0].AddY((E-128)*(0.02));
    j:=chart.Series[0].MaxXValue();
    memo1.Lines.Add(floatToStr(J)+'::'+FloatToStr((E-128)*(0.02)));
    Writeln(Archivo,FloatToStr((E-128)*(0.02)));
    anterior :=StrToFloat(edanterior.Text);

    /**Obtener máximos y mínimos
    {if abs(E) > abs(anterior) then /**en aumento
      begin
        if es_minimo=true then
          begin
            memo2.Lines.Add('Min: '+ FloatToStr(J-
1)+'=>'+FloatToStr((anterior-128)*(0.02)));
            es_minimo:=false;
          end;
          puntos:=puntos+1;
        end
      else if abs(E) < abs(anterior) then /**Encontró un máximo
        begin
          memo2.Lines.Add('Máx: '+ FloatToStr(J-1)+
'=>'+FloatToStr((anterior-128)*(0.02))) ;
          es_minimo:=true;
          frecuencia:=1/(((J-1)-
StrToFloat(EdMaxAnt.Text))*(StrToFloat(edvt.Text)));
          edfrecuencia.Text:=FloatToStr(frecuencia);
          edMaxAnt.Text:=FloatToStr(J-1);
        end;
      }
    if ((anterior - E) >= 0) then
      begin
        memo2.Lines.Add('Máx: '+ FloatToStr(J-1)+
'=>'+FloatToStr((anterior-128)*(0.02)));
        es_minimo:= true;
        try

```

```

                frecuencia:=1/(((J-1)-
StrToFloat(EdMaxAnt.Text))*(StrToFloat(edvt.Text)));
                edfrecuencia.Text:=FloatToStr(frecuencia);
                edMaxAnt.Text:=FloatToStr(J-1);
            except
                on EZeroDivide do showmessage('Division entre 0') ;
            end;
        end
    else if (E > anterior) then
        begin
            if es_minimo=true then
                begin
                    memo2.Lines.Add('Min: '+ FloatToStr(J-1)+
'=>'+FloatToStr((anterior-128)*(0.02))) ;
                    es_minimo:=false;
                end;
            end;
            edanterior.Text:=FloatToStr(E);

            /**Verificar número de datos a evaluar
            if checkbox1.Checked =true then
                begin
                    if j=fin then begin ApdComPort1.Open:=false; break; end;
                end;
            //anterior:=E;
        end;
    end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);//verificación de la forma y
llenado
begin
    ApdComport1.Open:=true;
    AdTerminal1.Clear;
    Chart.Series[0].Clear;
    if checkbox1.Checked =true then
        AdTerminal1.Capture:=CmOn;
        assignFile(Archivo,extractFilePath(Application.ExeName) + 'datos.xls');
        Rewrite(Archivo);

end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    ApdComPort1.Open:=false;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    chart.UndoZoom;
end;

procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender: TObject);

```

```

begin
EdFin.Enabled:=true;
end;

procedure TForm1.ChartClickSeries(Sender: TCustomChart;//formación de la gráfica e
interacción visual
    Series: TChartSeries; ValueIndex: Integer; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
showmessage(IntToStr(valueindex) + ', '+series1.ValueMarkText[valueindex]);
if edx.Text='' then
begin
    opx:=valueindex;
    edx.Text:=IntToStr(valueindex);
    opy:= strtofloat(series1.ValueMarkText[valueindex]) ;
    edy.Text:= floatToStr(opy);
end
else
begin
    opx1:=valueindex;
    edx1.Text:=IntToStr(valueindex);
    opy1:= strtofloat(series1.ValueMarkText[valueindex]) ;
    edy1.Text:= floatToStr(opy1);
end;
end;
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
edx.Text:='';
edy.Text:='';
edx1.Text:='';
edy1.Text:='';
edxr.Text:='';
edyr.Text:='';
chart.Series[0].Clear;
memo1.Lines.Clear;
edyrg.Text:='';
edf.Text:='';
memo2.Lines.Clear;
edfrecuencia.Text:='';
edMaxAnt.Text:='0';
end;

procedure TForm1.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
var
xr,yr:double;
begin
    xr:=opx+opx1;
    Edxr.Text:=FloatToStr(xr);
    yr:=opy+opy1;
    Edyr.Text:=FloatToStr(yr);
    EdYRG.Text:=FloatToStr(yr*StrToFloat(EdG.Text));
    try

```

```

        edf.Text:=FloatToStr(1/(xr*StrToFloat(edvt.Text)));
    except
        on E:Exception do showmessage('Division entre 0');
    end;
end;

procedure TForm1.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
var
    xr,yr:double;
begin
    xr:=opx-opx1;
    Edxr.Text:=FloatToStr(xr);
    yr:=opy-opy1;
    Edyr.Text:=FloatToStr(yr);
    EdYRG.Text:=FloatToStr(abs(yr*StrToFloat(EdG.Text)));
    try
        edf.Text:=FloatToStr(abs(1/(xr*StrToFloat(edvt.Text))));
    except
        on E:Exception do showmessage ('Division entre 0');
    end;
end;

procedure TForm1.SpeedButton3Click(Sender: TObject); //calculadora y zoom
var
    xr,yr:double;
begin
    xr:=opx*opx1;
    Edxr.Text:=FloatToStr(xr);
    yr:=opy*opy1;
    Edyr.Text:=FloatToStr(yr);
    EdYRG.Text:=FloatToStr(yr*StrToFloat(EdG.Text));
    try
        edf.Text:=FloatToStr(1/(xr*StrToFloat(edvt.Text)));
    except
        on E: exception do showmessage('Division entre 0');
    end;
end;

procedure TForm1.SpeedButton4Click(Sender: TObject);
var
    xr,yr:double;
begin
    try
        xr:=opx/opx1;
        Edxr.Text:=FloatToStr(xr);
        yr:=opy/opy1;
        Edyr.Text:=FloatToStr(yr);
        EdYRG.Text:=FloatToStr(yr*StrToFloat(EdG.Text));
        edf.Text:=FloatToStr(1/(xr*StrToFloat(edvt.Text)));
    except
        on E:exception do showmessage('Division entre 0');
    end;
end;

```

```

end;

procedure TForm1.BitBtn2Click(Sender: TObject);//consola de depuración
begin
AdTerminal1.Visible:=true;
end;

procedure TForm1.CheckBox2Click(Sender: TObject);
begin
if checkbox2.Checked=true then
    AdTerminal1.Visible:=true
else
    AdTerminal1.Visible:=false;
end;

procedure TForm1.ApComPort1PortClose(Sender: TObject);
begin
CloseFile(Archivo);
end;

procedure TForm1.cboxBaudChange(Sender: TObject);
begin
ApComPort1.Baud:=StrToInt(cboxbaud.Text);
end;

end.

```

Anexo E Documentación de desarrollo del programa anfitrión e interfaz de usuario

Requerimientos técnicos

OSC-V1

Especificaciones técnicas

Interfaz de usuario para el osciloscopio para la educación.

Componente o Servicio	Descripción	Especificación	Tipo
Interfaz de usuario	Interfaz para el osciloscopio		Software

Condiciones técnicas de aceptación de entregable

Programa

Adquisición de datos vía USB

Instalador

Cronograma de actividades

Análisis

Diseño

Construcción

Pruebas

Implementación

 CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	1 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APT1-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

Acta de constitución del proyecto		
CÓDIGO/IDENTIFICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
Osciloscopio para la educación	19 de Junio de 2015	M.en I. Antonio Martín Garcés Madrigal

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	2 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APT-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

ÍNDICE

1	INFORMACIÓN GENERAL	3
2	INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO	3
3	RESUMEN DEL PROYECTO	4
4	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4.1	NECESIDADES DEL ÁREA A LA QUE VA DIRIGIDO	4
4.2	OBJETIVOS DEL ÁREA A LA QUE VA DIRIGIDO	4
5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
5.2	ALCANCE DEL PROYECTO	5
5.3	SUPUESTOS O CONSIDERACIONES	6
5.4	RESTRICCIONES	6
6	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO/ENTREGABLES	6
7	PROPUESTA DEL PROYECTO	6
8	PRESUPUESTO ESTIMADO	7
9	RECURSOS	7
10	RIESGOS	7
11	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	8
11.1	ORGANIGRAMA DEL PROYECTO	8
11.2	RESPONSABILIDADES	9
12	APROBACIÓN DEL ACTA	9

 CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	3 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APT-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

1 INFORMACIÓN GENERAL

Identificación del proyecto:	OSC-V1
Nombre del proyecto:	<i>Osciloscopio para la educación</i>
Unidad responsable impulsora:	Mutimedia y Ambientes Virtuales

2 INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO

Nombre y área a la que pertenece:	Cargo:	Ubicación, Teléfono, Correo electrónico:
M.en I. Antonio Martín Garcés Madrigal	Líder de proyecto	Tel. 5622-8602 Ext. 1158 Correo: antonio.garces@ccadet.unam.mx
L. en I. Citlali Ivette Lelis García	Programador analista	Citlali.lelis@gmail.com

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	4 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APTI-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

3 RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto tiene como finalidad el desarrollo de un osciloscopio para la enseñanza.

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Crear un osciloscopio que por su bajo precio, manufactura nacional y versatilidad sea incorporado a la enseñanza en los niveles básico y media superior.

4.1 NECESIDADES DEL ÁREA A LA QUE VA DIRIGIDO

- 1.- Contar con un instrumento que permita medición de señales.
- 2.- Permitir la visualización de resultados y mediciones.
- 3.- Costos bajos de adquisición.
- 4.-Permitir el trabajo a distancia

4.2 OBJETIVOS DEL ÁREA A LA QUE VA DIRIGIDO

Objetivos estratégicos del PETIC (Líneas de investigación y desarrollo)	Objetivos del área
Mutimedia	Integrar audio, video, texto para establecer una nueva forma de presentar contenidos.
Ambientes virtuales	Diseño de productos y estrategias que permitan la enseñanza de las ciencias , incluyendo los nuevos paradigmas de la educación a distancia.
Ambientes reales y las relaciones con los usuarios	Realizar pruebas con los usuarios, medir impacto, aprendizaje, retroalimentación.

5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El osciloscopio para la educación es una herramienta que permite la medición de señales. Entre sus características incluye: manufactura nacional, bajo costo, parametrizable.

5.2 ALCANCE DEL PROYECTO

Diseño y construcción de un osciloscopio para la educación, con su respectiva interfaz de usuario.

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	5 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APTI-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

5.3 SUPUESTOS O CONSIDERACIONES

1. No existe herramienta parecida.
2. Las herramientas actuales no son consideradas dentro de los presupuestos de las instituciones educativas.
3. La herramienta permite la enseñanza de las ciencias a distancia.

5.4 RESTRICCIONES

1. El equipo requiere de una computadora de escritorio.

6 REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO/ENTREGABLES

1. Osciloscopio
2. Interfaz de usuario

7 PROPUESTA DEL PROYECTO

1. El osciloscopio funcionará con: _____
2. La interfaz de usuario recibirá los datos del osciloscopio a través de un cable USB. Dichos datos serán almacenados y graficados. Siempre tomando en cuenta los parámetros fijados por el usuario.

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	6 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APT-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

8 PRESUPUESTO ESTIMADO

Entregable/Actividad	Cantidad	Patrocinador
Osciloscopio	\$1000	Multimedia y Ambientes Virtuales
Interfaz de usuario	\$1000	Multimedia y Ambientes Virtuales

9 RECURSOS

Recursos	Descripción
Equipo del proyecto	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal
	L. en I. Citlali Ivette Lelis García
Equipamiento	Osciloscopio: laboratorio de electrónica
	Equipo de desarrollo
Software	S.O. Windows, Delphi
Otros	Circuitos, cableado, bases y otros componentes

10 RIESGOS

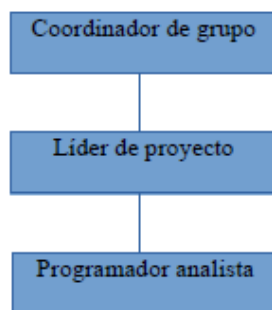
Descripción del riesgo	Impacto	Probabilidad
Retraso en el desarrollo del osciloscopio.	Retraso en las actividades programadas	50%
Retraso en el desarrollo de la interfaz.	Retraso en las actividades programadas	50%
Falta de recursos económicos para la adquisición de materiales y equipos.	Retraso en las actividades programadas	50%
Daño de circuitos altamente sensibles durante el desarrollo.	Retraso en las actividades programadas	50%

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	7 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APTI-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

11 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

11.1 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

[Aquí integrar las estructura de administración, control de calidad y ejecución del proyecto]



 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Multimedia y Ambientes Virtuales Acta de Constitución del Proyecto	HOJA	8 DE 9	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO-ACT	APTI-1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 7 FORMATO 1		

11.2 RESPONSABILIDADES

Involucrado		
	Nombre	Rol/Responsabilidad
	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal	Líder de proyecto
	L. en I. Citlali Ivette Lelis García	Programador analista

12 APROBACIÓN DEL ACTA

Rol	Nombre	Firma	Fecha
<i>Representante del Patrocinador o impulsor del proyecto</i>	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal		
<i>Administrador del programa</i>	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal		
<i>Administrador del proyecto</i>	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal		
<i>Responsable de la UTIC</i>	N/A		
<i>Por el Grupo de trabajo para la dirección de TIC</i>	M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal		
<i>Otros</i>			

Responsables de la evaluación

M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal

Fecha de elaboración

Junio 2015

Firmas de elaboración, revisión y aprobación

M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal

 CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Ambientes Virtuales y Multimedia	HOJA	1 DE 3	Dokumentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO- ACT	DRS-1 OSC-V1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2015	
		ANEXO 14 FORMATO 1		
Documento de requerimientos de la solución solicitada				

Fecha de elaboración	Junio 2015	
Identificación de la solución tecnológica		
Solución tecnológica o servicio de TIC:	Interfaz de usuario para Osciloscopio para la educación.	
Objetivo general de la solución tecnológica		
Solución tecnológica o servicio de TIC:	Diseñar una Interfaz de usuario para el osciloscopio	
Características de funcionalidad		
Funcionalidad	Descripción	Riesgos/Observaciones
Adquisición de datos	La entrada de datos será a través del teclado y de un puerto USB.	El software seleccionado debe contar con una librería para la adquisición de datos a través del puerto USB.
Procesamiento de datos	El programa debe realizar todos los cálculos requeridos por el usuario.	Comprender correctamente las entradas, cálculos y salidas que el usuario desea.
Graficar	El programa debe generar una gráfica a partir de los datos que son obtenidos a través del puerto USB.	Se requiere que el software de desarrollo tenga la capacidad de generar gráficas o imágenes.
Acercamiento	Al seleccionar una sección de la gráfica el programa debe mostrar un aumento de dicha sección, esta opción contempla también el regreso a la gráfica original.	
Configuración	El programa debe permitir la modificación de parámetros previamente establecidos por el usuario. Asimismo, los parámetros podrán afectar o no a los datos obtenidos y las salidas generadas.	

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Ambientes Virtuales y Multimedia	HOJA	2 DE 3	Documentación alineada a MAAGTIC
		PROCESO- ACT	DRS-1 OSC-V1	
		VERSION	1.0	
		FECHA	JUN-2013	
	Documento de requerimientos de la solución solicitada		ANEXO 14 FORMATO 1	

Bases de datos, sistemas, componentes o servicios de TIC que proveen insumos

Identificación del elemento de TIC	Tipo de insumo	Observaciones o necesidades adicionales
<i>Equipo de cómputo con puerto USB</i>	<i>Hardware</i>	
Sistema operativo Windows	Software	
Entorno de desarrollo Delphi	Software	
Componentes Async PRO para comunicaciones	Software	

Bases de datos, sistemas, componentes o servicios de TIC que requerirán productos o servicios de la solución solicitada

Identificación del elemento de TIC	Tipo de producto o servicio que debe proveer, (incluyendo acciones que disparen otros procesos)	Observaciones o necesidades adicionales
<i>Osciloscopio</i>	<i>Entrada y salida de datos</i>	

 CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Ambientes Virtuales y Multimedia		HOJA	3 DE 3	Documentación alineada a MAAGTIC
			PROCESO- ACT	DRS-1 OSC-V1	
			VERSION	1.0	
			FECHA	JUN-2013	
	Documento de requerimientos de la solución solicitada		ANEXO 14 FORMATO 1		

Regulaciones y estándares que aplican a la solución tecnológica

Nombre de la regulación/estándar	Descripción	Riesgos
Estándares de USB		
Parámetros para la comunicación	Bit de paridad, Handshake. Baudrate	

Proyecciones de crecimiento

Característica	Descripción	Riesgos/Observaciones
Interfaz para la educación a distancia.	La interfaz deberá ser adaptada para ejecutarse en un navegador.	

Firmas de elaboración, revisión y aprobación

[En este apartado se deberán asentar los nombres y cargos de los servidores públicos responsables de la elaboración, revisión y aprobación del Documento, incluyendo cualquier otro involucrado]

M. en I. Antonio Martín Garcés Madrigal

Referencias Bibliográficas

1. Arce Urbina María Elena (2002). El valor de la experimentación en las ciencias naturales, el taller de ciencias para niños de la sede del atlántico de la universidad de costa rica: una experiencia para compartir. Revista de Educación, vol. 26, núm. 1, pp. 147-154.
2. Mónica Peñaherrera León et al (2013). ¿Cómo promover la educación científica en el alumnado de primaria? Una experiencia desde el contexto ecuatoriano. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 10, núm. 2, pp. 222-232.
3. México. Secretaría de educación Pública (2013). Principales cifras del sistema educativo nacional 2012-2013. Distrito Federal: SEP.
4. Howard M. Berlin (1991). *Op-AMP Circuits and Principles*. United States of America: SAMS Macmillan Computer Publishing.
5. Aranda Roldan. *Amplificadores Operacionales, tema Comparadores*, obtenida en junio de 2015, de: http://electronica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso08-09/ftc/temas/Tema_01E_AO_Comparador.pdf .[].
6. Garcés Antonio et al (2010). Digital Oscilloscope for the SMEEP System. Cancún, Q.Roo, México: 1st International Congress of Instrumentación and Applied Sciences, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México.
7. Garcés A et al (2009). Instrumentos del Sistema SMEEP. Mérida, Yucatán, México: XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Instrumentación.
8. Garcés Antonio et al (2008). Desarrollo del Sistema SMEEP. Xalapa, Veracruz, México: XXIII congreso de la Sociedad Mexicana de Instrumentación.
9. Garcés Antonio et al (2009). Sistema de medición gráfico digital SMGD. Mérida, Yucatán, México: XXIV congreso de la Sociedad Mexicana de Instrumentación.