# Laboratorio remoto

Se desea realizar el montaje de dos experimentos relacionados con radiación gamma que serán monitoreados y controlados de forma remota.

## Descripción de los experimentos

- \*\*Primer experimento\*\*

Se determina la relación entre la intensidad de la radiación gamma y la distancia que separa al detector de la muestra radiactiva.

El detector que se utilizará es un detector de cámara de gas de tipo Geiger-Müller, con este detector se determina la tasa de dosis equivalente, esta variable es proporcional a la intensidad de la radiación.

El usuario fijará la distancia detector-muestra, verá en pantalla la imagen en tiempo real del experimento, el valor del voltaje aplicado al detector, la distancia entre la muestra y el detector, la ventana temporal en la que se llevará a cabo la medida y la tasa de dosis registrada. Al finalizar la experiencia, los datos serán almacenados para que el usuario pueda realizar el análisis que desee.

- \*\*Segundo experimento\*\*

Se observa y caracteriza la atenuación de la radiación debido a su paso a través de la materia, usando láminas de Al y Pb.

Manteniendo la distancia detector-muestra fija, el usuario interpone en este espacio láminas de dos materiales diferentes (aluminio y plomo) y selecciona el espesor de la lámina utilizada. En esta experiencia se estudia la relación existente entre el tipo de material y el espesor de éste con la intensidad de la radiación.

El usuario fijará el material de la lámina obstáculo y su espesor, además verá en pantalla la imagen en tiempo real del experimento, el valor del voltaje aplicado al detector, la distancia entre la muestra y el detector, el tipo de material de la lámina que se está usando como obstáculo y el espesor del mismo, la ventana temporal en la que se llevará a cabo la medida y la tasa de dosis equivamente registrada. Una vez culminado el tiempo de medida, los datos serán almacenados para que el usuario pueda realizar el análisis que desee.

## Desarrollo del proyecto

A continuación se describen las partes que componen la sección analógica del proyecto.

### [Tarjeta de desarrollo DemoQE128][DemoQE]

En esta tarjeta está instalado el Microcontrolador de \*freescale\* MC9S08QE128CLH. Esta tarjeta permite el control de todo el sistema, se le conectan las señales de los sensores, ella las digitaliza y las envia a la computadora por puerto serial. Así mismo, recibe las instrucciones del usuario para cambiar los parámetros del experimento y entrega las señales de giro a los motores que hacen que la distancia detector muestra y la lámina obstáculo cambien.

### Sensores utilizados

- \_\*\*Sensor de proximidad. Sharp GP2Y0A21YK [DataSheet][Sharp]\*\*\_

Utilizado para determinar la distancia entre la muestra y el detector, su salida es analógica. A continuación se muestra la curva característica del sensor a partir de 9cm de separación entre el sensor y un trozo de papel blanco solidario al detector:

<p> <img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/sharp-VvsD.png" height="400" width = "600">

Para poder enviar esta señal al microcontrolador fue necesario acondicionarla para proteger a la tarjeta y evitar efecto de carga entre el sensor y el micro. Para disminuir el efecto de carga se utilizó un OPAM ([LM324][LM324]) en configuración de Buffer y a su salida un divisor de voltaje con relación 3/5 para así limitar el voltaje de entrada al microcontrolador a máximo 3V, aún cuando el voltaje máximo a la salida del sensor no superaba 3V al estar alimentado con 5V si ocurre alguna falla se podría tener a la salida del sensor 5V y afectar al microcontrolador. En la siguiente imagen se muestra el esquemático del circuito utilizado.

<img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Sharp\_esquem%C3%A1tico.png" height="350" width="400">

- \_\*\*Detector de cámara de gas Geiger-Müller\*\*\_

Permite medir la radiactividad de un objeto o lugar en términos de la tasa de dosis efectiva. El detector está formado por un tubo con un fino hilo metálico a lo largo de su eje (como un capacitor cilíndrico), el espacio entre ellos está aislado y relleno de un gas y el hilo central está conectado a alto voltaje, en este caso 450V, con respecto al tubo. Cuando un fotón de alta energía (gamma) atraviesa el tubo, éste ioniza el gas y los iones negativos se desplazan hacia el ánodo y los positivos hacia el cátodo. En su camino hacia el ánodo, los electrones continuan ionizando el gas y liberando aún más electrones que continuan con el proceso, esto se convierte en una avalancha que produce un pulso de corriente detectable. \*\*Por cada partícula que llega se produce un pulso idéntico, esto permite contar la cantidad de fotones detectados, la cantidad de fotones por segundo que se registran es una medida proporcional a la tasa de dosis recibida y a la intensidad de la fuente radiactiva.\*\*

Este sensor viene acompañado de un sistema electrónico que indica, con la deflexión de la aguja de un galvanómetro, los niveles de tasa de dosis recibida. La deflexión de la aguja es el resultado del promedio de la cantidad de carga que depositan los fotones en el detector al llegar a él.

<img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Esquematico%20Geiger-Muller\_Identificado.png" alt= "Esquematico Geiger-Muller\_Identificado">

De este sistema se tomarán dos señales

\*\*1) Digital\*\* Pulsos cuadrados de -12V de amplitud y duración 12us

<img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Punto%20A.jpg" alt= "Punto A" height="350" width="400">

Esta señal es empleada para contar la cantidad de fotones gamma que el detector registra. Como esta señal no es adecuada para entrar al micro, con un comparador [LM311][LM311] y seguido de un negador [7404][7404] se generaron pulsos de amplitud 5V con la misma duración que los pulsos originales y nuevamente se añade al diseño el divisor de voltaje 3/5 para limitar el voltaje de entrada al micro. El circuito utilizado es el que sigue a continuación.

<img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/GM\_pulso\_cuadrado\_comparador\_esquematico.png" alt= "esquematico\_GM\_pulsos" height="350" width="400">

\*\*2) Analógica\*\*, lectura de voltaje en el galvanómetro, esta señal es proporcional a los niveles de tasa de dosis que se registran en el equipo. Su amplitud está entre 200mV (sin fuente radiactiva) y 2.5V (con fuente radiactiva a la mínima distancia, 1cm).

<img src="https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Vgalvanometro\_recortada.jpg" alt= "Vgalvanometro" height="350" width="400">

Para poder enviar esta señal al microcontrolador fue necesario el mismo tratamiento de la señal que se le hace a la señal proveniente de sesor de proximidad, Buffer+divisor de voltaje.

![esquematico\_galvanometro\_GM](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/GM\_galvanometro\_esquematico.png)

- \_\*\*Láser con Fotodiodo\*\*\_

En el segundo experimento se van a interponer láminas de aluminio y plomo de distintos espesores y estos estarán montados en una noria (rueda giratoria) en un orden determinado y desde la posición inicial (sin obstáculo) hasta la posición del obstáculo especificado se avanzará una cantidad de pasos determinada, en este caso 25 pasos por obstáculo ya que son 8 posibles posiciones y el motor en una vuelta da 200 pasos. Para indicar el momento en que se deben comenzar a contar los pasos, se le hizo un corte a la lámina de la noria y en lo que el microcontrolador detecte un flanco de bajada en la senal registrada del fotodiodo entonces allí es instante en que la cuenta se reinicia.

Cuando no hay obstáculo entre el láser y el fototransistor se registran 5V, al interponer un objeto se registran 400mV. En la siguiente imagen se muestra el esquemático del circuito implementado

![fotodiodo\_noria](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Noria\_fotodiodo\_esquematico.png)

Como se observa, fue necesario una vez más utilizar el divisor de voltaje para limitar la entrada al microcontrolador a 3V.

- \_\*\*Sensores para determinar el final de carrera\*\*\_

Para poder controlar el movimiento del carrito que mueve al detector sobre el riel, es necesario tener sensores que indique que se ha llegado a cualquiera de los dos topes del riel y detener el movimiento del motor. Para ello se utilizaron dos tipos de sensores:

\*\*1) Optoacopladores\*\*

![optoacoplador](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Optoacoplador\_esquematico.png)

Este tipo de sensor tienen un diodo emisor de luz y un transistor cuya base es sensible a la luz, cuando el diodo conduce y emite luz, mientras no haya ningún obstáculo en el medio, el transistor está conduciendo y en el colector habrá un voltaje cercano a 0V, 400mV en este caso, y al haber obstáculo no hay paso de corriente entre el colector y el emisor así que en el colector se registra aproximadamente 5V.

\*\*2) Switches\*\*

![switche\_final de carrera](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/Tope\_electromecanico\_esquematico.png)

Este es un sensor electromecánico, en lo que se cierra el circuito (llegó al tope el carrito) hay conducción por lo que hay 5V a la salida y en caso contrario hay 0V.

Es preciso acotar que fue necesario utilizar en ambos circuitos el divisor de voltaje para limitar la entrada al microcontrolador a 3V.

### Motores paso a paso unipolares

Se utilizan dos motores paso a paso unipolares. Uno acoplado a la noria donde se encuentran las láminas de Al y Pb para hacerla girar y cambiar de obstáculo y otro acoplado a un riel que permite aumentar o disminuir la distancia detector muestra. Para controlar los motores es necesario utilizar un integrado que contenga por lo menos 4 darlington en su interior, uno por cada bobina de los motores, como es el caso de [ULN2064](ULN2064) o [ULN2003AN][ULN2003AN] y hacerles llegar desde el DemoQE128 las señales de giro que energizan las bases de los darlington y perminen el paso de corriente por las bobinas de cada motor.

![stepper\_motor](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/unipolar1.png)

Cada motor tiene en su interior cuatro bobinas, como se muestra en la figura anterio. Del motor salen 6 cables, cuatro son los extremos de las bobinas y dos son los llamados "comunes" que son la toma central de cada bobina. Los comunes son conectados a Vcc, 5V en este caso, y los extremos de las bobinas son conectados al colector de cada arreglo de Darlington, tal como se muestra en la imagen que continua.

![stepper\_motor\_driver](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/stepper\_motor\_driver.jpg)

En la siguiente imagen que especifican los puertos del DEMOQE utilizados y de donde proviene la señal.

![DEMOpines](https://github.com/MnM3882/Laboratorio-remoto/blob/master/Wiki/imagenes\_wiki/DEMOQE\_pines.png)

[ULN2064]:http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/07/e7/0f/b6/ef/2d/41/88/CD00000177.pdf/files/CD00000177.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000177.pdf

[ULN2003AN]:http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2003a.pdf

[Sharp]:https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/GP2Y0A21YK.pdf

[DEMOQE]:https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/DEMOQE128UM.pdf

[LM324]: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm124-n.pdf

[LM311]: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm211.pdf

[7404]: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74ls04.pdf