

Red De Monitoreo y Detección De Descargas Eléctricas Atmosféricas

David Pérez Monzón¹, Víctor Manuel Vázquez Báez¹, Óscar Mario Martínez Bravo², Epifanio Lorenzo Ponce Lancho²

¹Facultad de Ingeniería – BUAP

²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas – BUAP

Resumen

El trabajo realizado es principalmente experimental, en este se combinan conocimientos de ciencias atmosféricas, programación, electrónica y de habilidades de procesos de manufactura para el desarrollo de estaciones de monitoreo de sistemas tormentosos y así, en un futuro, lograr una mejor explicación de estos fenómenos. Fundamentalmente consistirá en la selección del sensor, el desarrollo del software controlador y la construcción de las estaciones buscando que estas sean de bajo costo y mínimo consumo de energía.

Introducción

Las tormentas eléctricas son fenómenos naturales distinguidos debido a estar constituidos de nubes con carga eléctrica y por la manifestación de descargas conocidas comúnmente como rayos. Éstos últimos son un fenómeno electromagnético el cual se divide en varias etapas, los tres principales son:

- El canal o guía escalonada se propaga desde la nube hasta la tierra en una serie de pasos discretos. Este irradia desde ~1 MHz y se eleva hasta ~200MHz.
- La descarga de retorno es una descarga de alta energía iniciada por la conexión de la guía escalonada con tierra, esta emite radiación en el rango de radio hasta arriba del espectro visible, pero lo más intenso es la banda LF (30-300kHz). [3]
- El *dart leader* es una descarga de propagación que toma el camino de una descarga de retorno precedente. Esta, también, irradia energía en el rango de VHF. [4]

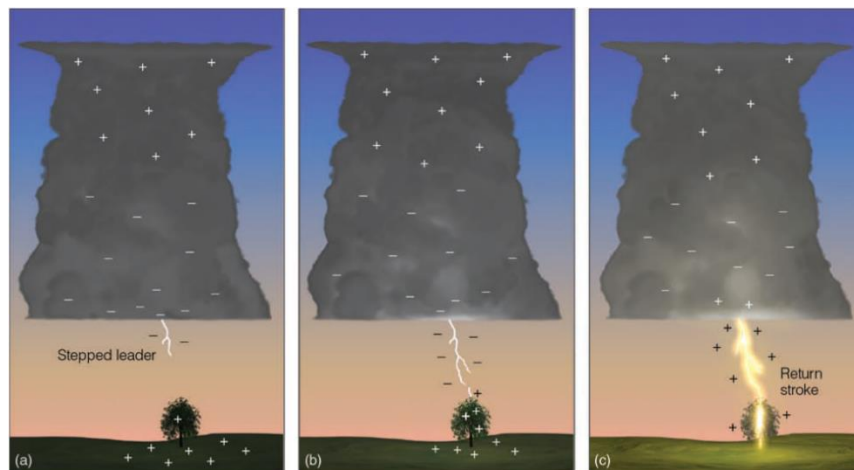


Figura 1 Secuencia de un rayo nube-tierra. [1]

La frecuencia específica para el monitoreo de estos eventos es seleccionada por el interés práctico de diseñar el detector de descargas atmosféricas remotas más simple, con un tamaño, complejidad, costo y consumo de energía mínimos. Como resultado, las frecuencias comúnmente seleccionadas son la banda de Frecuencia Media (MF, 300kHz - 3 MHz) y la banda de Frecuencia Alta (HF, 3MHz-30MHz) [4]. En este trabajo se presenta la construcción de un sistema de monitoreo de descargas atmosféricas, utilizando un sensor de MF acoplado a una Raspberry Pi, que proporciona datos de distancia y energía del evento.

Sensor

El sensor ocupado es el Lightning sensor AS3935 de *Playing With Fusion*, el cual detecta firmas de 500kHz del espectro electromagnético generadas por las descargas atmosféricas, debido a que en esa frecuencia específica existe menos emisiones de señales artificiales. [2] Este sensor requiere estar acoplado a una placa de desarrollo o a un ordenador de placa reducida, en nuestro caso una Raspberry Pi Model 3, utilizando los protocolos de conexión I2C o SPI.

Datos Técnicos	
Chip sensor	ams AS3935 Frankling Lightning Sensor
Antena	MA5532-AE
Frecuencia	500kHz
Fabricante	Playing With Fusion (www.playingwithfusion.com)
Conexión	SPI ó I2C
Rango	1, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 27, 31, 40 km
Fuente de alimentación	2.4 V – 5.5V (DC)
Consumo de energía	1 μ A a 350 μ A
Rango de temperatura	-40 ° a 85 ° C

Tabla 1 Datos técnicos de Lightning sensor AS3935. [2]

Raspberry Pi	SDA/GPIO2 (pin 3)	SCL/GPIO3 (pin 5)	GPIO17 (pin 11)	3.3V (pin 17)	GND (pin 6)	GND (pin 9)	3.3V (pin 1)
Lightning sensor AS3935	MOSI/SDA	SCK/SCL	IRQ	SI	CS	GND	Vdd

Tabla 2 Conexión a Raspberry Pi



Figura 2 Lightning sensor AS3935

Software Controlador

El software controlador utilizado fue desarrollado en Python 2.7, usando el esquema del sensor como base. Este fue editado debido a que realiza una recolección de los eventos para determinar la distancia a la periferia de la tormenta, en el primer evento detectado este nos entrega la distancia a este y no a la periferia como se muestra en la figura 3. En base a esto se modificó el programa para reiniciar la información del sensor cada vez que es detectado un evento, esto lo hace en 2ms. Además se le agrego un módulo de ajuste de ruido, este se realiza solamente cuando el software es ejecutado, al sensor le toma aproximadamente 1s pero se deja un margen de tiempo por cualquier cambio. Finalmente, el programa arroja los datos de hora y fecha del evento, la distancia a la estación y la energía de este.

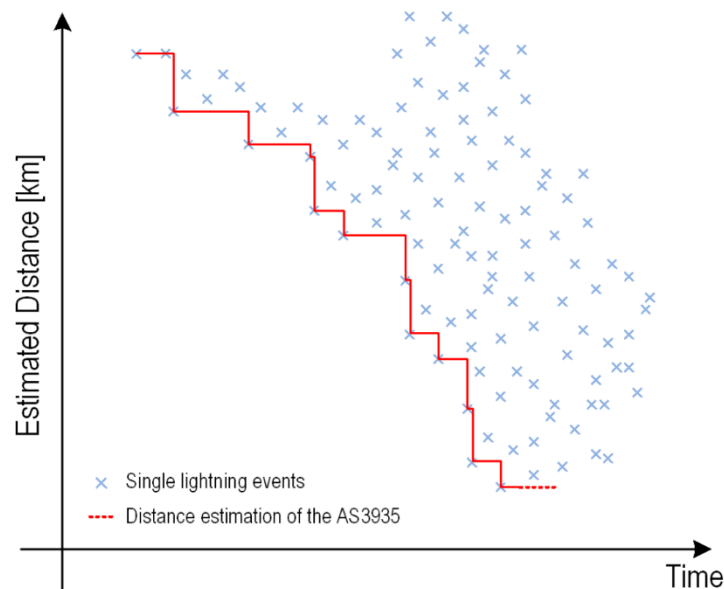


Figura 3 Representación gráfica de estimación de distancia del AS3935 durante una tormenta. [2]

Código

```
# -*- coding: utf-8 -*-
#!/usr/bin/env python
from RPi_AS3935 import RPi_AS3935
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from datetime import datetime

GPIO.setmode(GPIO.BCM) #Inicia el GPIO
pin = 17 #Pin a usar para el IRQ
sensor = RPi_AS3935(address=0x03, bus=1) #Dirección del sensor
noise = 0
a = True
#-----Calibración-----#
sensor.reset() #Resetea el sensor
sensor.set_indoors(False) #Selección de interior o exterior
sensor.set_noise_floor(0) #Establece el nivel de ruido inicial
sensor.calibrate(tun_cap=0x09) #Número de capacitancia dividido entre 8
sensor.set_min_strikes(1) #Cantidad mínima de rayos para comenzar a
senstar

#-----Archivo de escritura-----#
f = open("datos.txt", "a") #Apertura de archivo de datos
#-----Función de ajuste de Ruido-----#
def noise_calibration():
    global sensor, noise
    reason = sensor.get_interrupt()
    if reason == 0x01: #Ruido
        print "Noise level too high - adjusting"
        sensor.raise_noise_floor() #ajusta el ruido elevando el voltaje
        noise = sensor.get_noise_floor() #se guarda nivel de ruido
        print noise

#-----Función de toma de datos-----#
def handle_interrupt(channel):
    global sensor
    time.sleep(0.003)
    reason = sensor.get_interrupt()
    if reason == 0x08: #Descarga detectada
        now = datetime.now().strftime('%H:%M:%S.%f - %Y/%m/%d') #Tiempo
        actual UTC en str
        print ";Se ha detectado una descarga!"
        distance = sensor.get_distance() #Distacia aproximada
        energy = sensor.get_energy() #Energía aproximada
        outstring = str(now)+ " " + str(distance)+ " "+str(energy)
#Cadena de escritura
        print outstring
        f.write(outstring)
        f.write("\n")
        f.flush

GPIO.setup(pin, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN)
GPIO.add_event_detect(pin, GPIO.RISING, callback=handle_interrupt)
```

```

try:
    print "AS3935 Lightning Detection Monitor Scrip CMS-FIBUAP - v3.1"
    print "Estado del Monitor: ONLINE"
    print ""
    startTime = time.time()
    print "Iniciando..."
    print "Fecha de inicio(UTC): " + datetime.now().strftime('%H:%M:%S.%f
- %Y/%m/%d')
    print "Ajustando ruido..."
    #-----Ciclo de Ajuste de Ruido-----#
    while a:
        noise_calibration() #Realiza la función
        endTime = time.time()
        totalTime = endTime - startTime
        if totalTime >= 10: #El sensor realiza el ajuste en aprox. 3
segundos se deja un margen de tiempo por cualquier cambio
            a = False #Una vez ajustado se sale del ciclo y comienza
el modo de monitoreo
        print "Ruido Ajustado"
    #-----Modo de Monitoreo-----#
    print "Esperando una descarga"
    while True:
        sensor.reset() #Se reinicia el sensor para no guardar
información de descargas pasadas.
        sensor.set_noise_floor(noise) #Se ajusta el ruido al nivel del
ciclo pasado
        sensor.set_min_strikes(1) #La toma de datos se hace a cada
descarga
        sensor.calibrate(tun_cap=0x09) #Se vuelve a establecer el número
de capacitancia debido al reinicio
        handle_interrupt(pin) #Se toman los datos y se guarda la
información en el archivo de texto

except KeyboardInterrupt:
    print "Estado del Monitor: OFFLINE"
    print "Cantidad de descargas minimas: " +
str(sensor.get_min_strikes())
    print "Nivel de ruido: " + str(noise)
    print ""
finally:
    f.close()
    GPIO.cleanup()

```

Construcción de las estación

Para la construcción de las estaciones se buscó que estas fueran económicas y eficientes, por ello se diseñó y construyó la estación haciendo uso de tubos de PVC y perfiles L de acero. Primero se procedió a la construcción de la cubierta protectora.



Figura 4 La primera imagen corresponde a las piezas de PVC utilizadas para la armazón de la estación. En la segunda imagen se muestra la cubierta protectora ya ensamblada.

El siguiente paso, fue la construcción de los soportes; optando por un trípode fabricado de perfiles de acero.

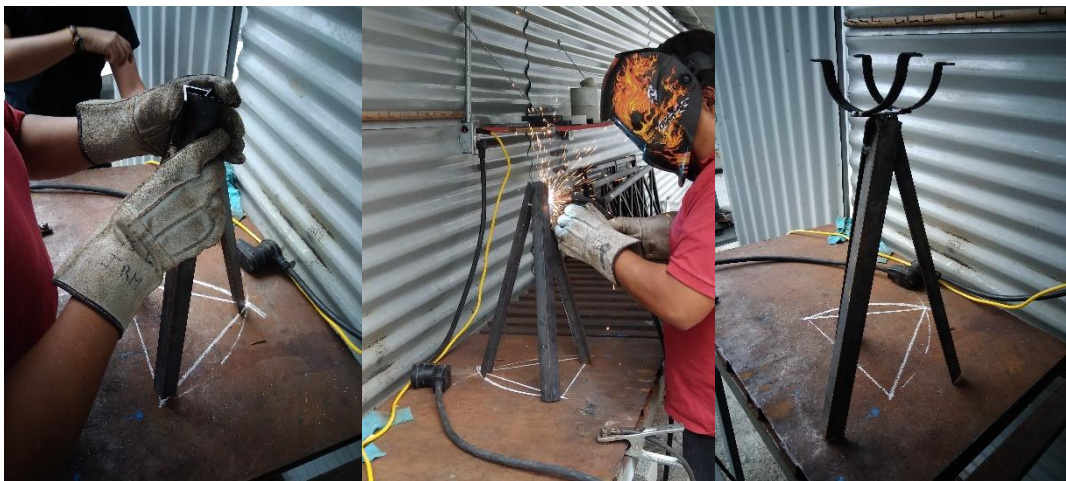


Figura 5 Proceso de fabricación del trípode.

Finalmente, se montó toda la estación y debido a la ausencia de tormentas eléctricas en las presentes estaciones de desarrollo del proyecto se hizo uso de una máquina de Wimshurst a una corta distancia para hacer simulaciones de descargas eléctricas atmosféricas y verificar el correcto funcionamiento de la estación.



Figura 6 Estación completamente ensamblada.

Una de las estaciones se puso a prueba durante las primeras tormentas del presente año registrando los siguientes resultados:

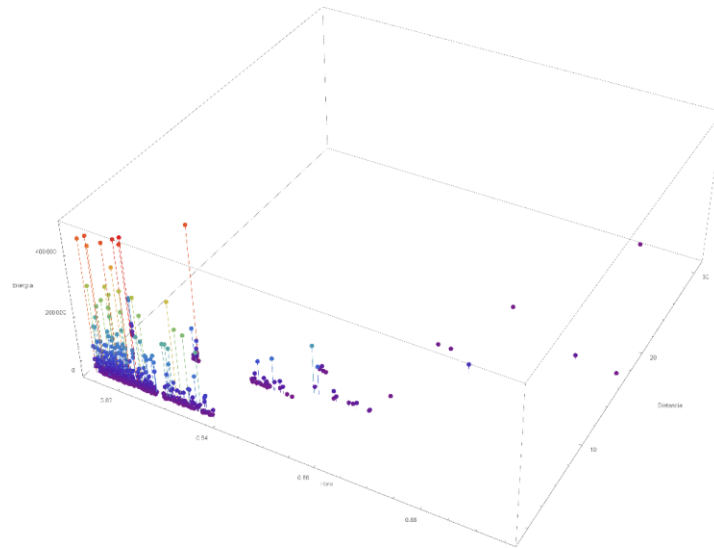


Figura 6 Datos obtenidos por la estación durante una tormenta.

Conclusiones

- Con el funcionamiento de varias estaciones de detección simultáneamente y analizando los datos obtenidos haciendo uso del tiempo de arribo, nosotros esperamos llegar a dar una aproximación del lugar de impacto de las descargas atmosféricas.
- Este trabajo continua en desarrollo y estamos en la búsqueda del mejor método para estimar el punto de impacto de un rayo, para en un futuro desarrollar sistemas de alerta de tormenta eléctrica, mejorar los mapas isoceraúnicos de la Ciudad de Puebla,

proponer mejoras en la protección de los sistemas de distribución de energía eléctrica, tener un mejor entendimiento de estos eventos y su relación con otros fenómenos atmosféricos.

Referencias

- [1] AHRENS, D. & SAMSON, P.. (2011). Extreme Weather and Climate. USA: Cengage Learning.
- [2] AMS. (2014). AS3935 Franklin Lightning Sensor IC. mayo 20, 2018, de ams Sitio web: https://ams.com/documents/20143/36005/AS3935_DS000385_1-00.pdf/cbda4a76-569a-cb79-bd62-f94778783cde
- [3] BETZ, H. D., SCHUMANN, U., and LAROCHE, P. P. (2008). Lightning. [electronic resource]: principles, instruments and applications : review of modern lightning research. Dordrecht : Springer, 2008.
- [4] MÄKELÄ, J. (2009). Electromagnetic Signatures Of Lightning Near The Hf Frequency Band. Finland: University Of Helsinki.
- [5] PESSI, A., BUSINGER, S., CUMMIS, K, DEMETRIADESM N, MURPHY, M. AND PIFER, B.. (2008, junio 20). Development of a Long-Range Lightning Detection Network for the Pacific: Construction, Calibration, and Performance. JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND OCEANIC TECHNOLOGY, 26, 145 - 166. 2018, julio 18, De American Meteorological Society Base de datos.
- [6] RAKOV, V. AND UMAN, M.. (2003). Lightning: Physics And Effects . United States of America: Cambridge University Press.
- [7] POELMAN, D.. (2010). On the Science of Lightning: An Overview. logo Belgium: Royal Meteorological Institute of Belgium.