

# เครื่องนับฟ้าผ่า (Lightning Detector)

เจษฎา สารสุข

สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม

129 ม.7 ต.ศรีสงคราม อ.ศรีสงคราม จ.นครพนม 48150

Email : kkthongchai@gmail.com

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและสร้างเครื่องนับฟ้าผ่าเพื่อเก็บข้อมูลการเกิดฟ้าผ่าลงสู่พื้นโลก เครื่องนับฟ้าผ่าที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นวงจรตรวจจับความถี่ ส่วนที่ 2 เป็นวงจรขยายสัญญาณ และส่วนที่ 3 เป็นวงจรรับ ซึ่งการจำลองรูปคลื่นสัญญาณใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบ็นซ์เวอร์ชัน 5.0

การทดสอบเครื่องนับฟ้าผ่าจำเป็นต้องใช้เครื่องสร้างอิมพัลส์ประกอบโดยระยะที่ทำการทดสอบตั้งแต่ 1-10 เมตร ผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องนับฟ้าผ่านี้มีผลการนับจำนวนครั้งฟ้าผ่าและตอบสนองความถี่ได้ตามมาตรฐานความถี่ของการเกิดฟ้าผ่าและถูกต้องสอดคล้องกับจำนวนครั้งการสร้างอิมพัลส์

**คำสำคัญ :** อิมพัลส์ ฟ้าผ่า สปาร์กแก๊ป

## ABSTRACT

This project reports is a study and build lightning detector for storage data the lightning strike into the earth. Lightning detector that made up this consists of 3 parts: Part 1 is frequency detection circuit, Part 2 is amplifier and Part 3 is counting. The simulation signal

use program electronics workbench version 5.0.

Testing lightning detector must be use generator's impulse assembly by testing distance from 1-10 meters. Test results appeared this lightning detector with a result counting the number of times lightning strike, frequency response is the standard frequency of lightning strike and valid according with the number of times creating of an impulse.

**Keywords :** Impulse , Lightning , Spark Gap

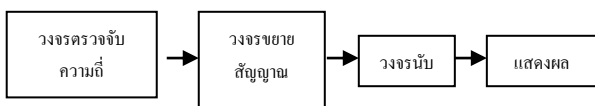
## 1. บทนำ

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความสำคัญ เพราะเมื่อเกิดฟ้าผ่าจะเกิดผลกระทบตามมาในรูปของความร้อน แสงกล และทางไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม แก่คนและสัตว์ สิ่งก่อสร้าง รวมทั้งระบบไฟฟ้า ผลกระทบทางความร้อนและทางกลที่เห็นได้ชัด คือ การที่อาจเกิดไฟไหม้หรือเกิดการระเบิด ณ จุดที่ฟ้าผ่า ในส่วนของผลกระทบทางไฟฟ้านั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไฟฟ้าดับก็เกิดจากการเกิดฟ้าผ่าที่ระบบสายส่ง ทำให้เกิดแรงดันเกิน ซึ่งมีมาตรการป้องกันเช่น

การใช้สายล่อฟ้า และกับดักแรงดันเกิน โดยกับดักแรงดันเกินต้องทนกระแสฟ้าผ่าได้และตัดกระแสได้ บทความวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาและเก็บข้อมูลการเกิดฟ้าผ่าเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบป้องกันการเกิดฟ้าผ่าต่อไป

## 2. ทฤษฎีและหลักการออกแบบ

จากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลพบว่าสัญญาณความถี่ที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่านั้นจะมีความถี่ ประมาณ 330 kHz ดังนั้นจึงมีการนำเอาหลักการนี้มาทำการออกแบบวงจรตรวจจับหาสัญญาณเป็นการตรวจจับแล้วจากนั้นส่งไปยังวงจรขยายสัญญาณและวงจรมับต่อไป



รูปที่ 1 แสดง Flow Chart การทำงานของเครื่องนับฟ้าผ่า

### 2.1 วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่

ซึ่งจะทำการออกแบบโดยใช้สมการความถี่เรโซแนนซ์มาทำการคำนวณเพื่อทำการออกแบบ เมื่อไปทำการคำนวณ ตาม สมการ  $f = 1/2 \pi (LC)^{1/2}$

เมื่อ  $f =$  ความถี่เรโซแนนซ์ ( Hz )

$L =$  ตัวเหนี่ยวนำ ( H )

$C =$  ตัวเก็บประจุ ( F )

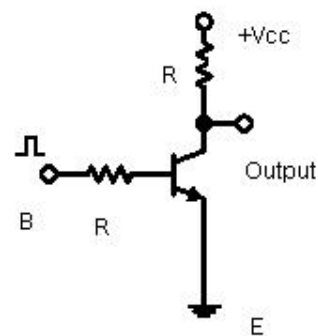
จากวงจรที่ได้ออกแบบกำหนดให้

$L = 330 \mu\text{H}$  และ  $C = 680 \text{ pF}$

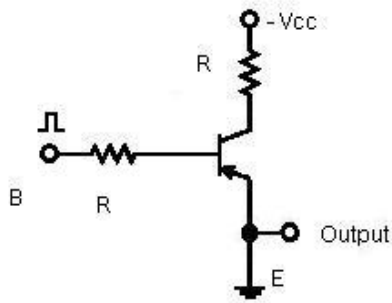
จะได้  $f$  ประมาณ 336 kHz ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงกับความถี่ที่เกิดจากฟ้าผ่าเราจึงใช้ค่าของอุปกรณ์ในวงจรจากที่คำนวณได้

### 2.2 วงจรขยายสัญญาณ

เราต้องทราบคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์กันก่อนว่าสัญญาณที่ได้นั้นจะออกมาอย่างไรเพราะว่าเราต้องนำไปออกแบบโดยวงจรนี้เราจะใช้ ทรานซิสเตอร์ 2N4403 และ 2N4401 ในการขยายสัญญาณโดยทรานซิสเตอร์ ทั้งสองจะเป็นแบบพีเอ็นพีและเอ็นพีเอ็นตามลำดับซึ่งจะมีความไวของ Time Rise เร็วเหมาะสมสำหรับออกแบบในการใช้งานเกี่ยวกับฟ้าผ่า ซึ่งฟ้าผ่านั้นจะมีความไวของ Time Rise เร็วมากดังนั้นจึงต้องนำทรานซิสเตอร์ ที่เหมาะสมมาทำเป็นวงจรดังกล่าว เพราะว่าความไวของขอบขาขึ้นเมื่อเกิดฟ้าผ่านั้นมีกราฟที่ชันมากดังนั้นเราจึงออกแบบวงจรโดยเลือกทรานซิสเตอร์ ที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบตัวตรวจจับและยังได้ทำการเลือกใช้ความต้านทานที่เป็นแบบปรับค่าได้เพื่อปรับค่าให้กับเอาต์พุตที่ออกไปให้มีแรงดันพอที่จะทำให้วงจรมับได้แรงดันพอที่จะทำให้เป็นลอจิก “1” เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดในการนับและทำให้วงจรมับมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย



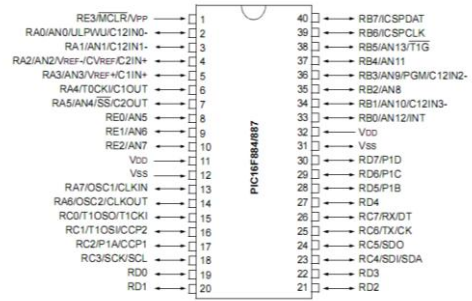
รูปที่ 2 ทรานซิสเตอร์ 2N4401 ชนิด NPN



รูปที่ 3 ทรานซิสเตอร์ 2N4403 ชนิด PNP

### 2.3 การออกแบบวงจรนับ 2 หลัก

ใช้วงจรนับปกติในการนำมาใช้งาน กล่าวคือใช้ IC Counter ในการนำมานับและมีไอซี ถอดรหัส BCD เข้าสู่ Seven Segment โดยจะนำค่าเอาต์พุตที่ได้โดยอาศัยว่าเมื่อเอาต์พุตออกมาทำให้กลายเป็นลอจิก “1” และเกิดลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์ เพื่อไปทริกสัญญาณคาบเวลาของ Counter เพื่อทำการนับแล้วส่งผ่านไปยังตัวถอดรหัส BCD ทำให้เกิดการนับและแสดงผลได้ในที่สุดในการออกแบบวงจรรุ่นนั้นใช้ PIC 16F887 มาเป็นตัวนับ ซึ่งคุณสมบัติเป็นตัวนับเลขฐานสองกับการแยกการขึ้น-ลงของสัญญาณนาฬิกาและเราสามารถรู้ค่าต่างๆ และคุณสมบัติการนำไฟฟ้าเข้าและขาออก รวมทั้งจะมีการบอกว่าต้องใช้แรงดันในการตกร้อมที่ขาขึ้น อยู่ในช่วงเท่าไรถึงจะทำให้เกิดการนับเพิ่มขึ้น ส่วนการออกแบบการแปลงเลขฐานสองเป็น BCD นั้นเราใช้ PIC 16F887 เพราะว่ามันมีความสามารถในการแปลงเลขฐานสองเป็น BCD ได้ดีอีกด้วย



รูปที่ 4 แสดงขาของ PIC 16F887, 40 PIN, PDIP

### 2.4 การออกแบบวงจรภาคแสดงผล

ในการออกแบบภาคแสดงผลนี้ได้เลือกแสดงออกทาง Seven Segment ที่เป็นแบบคอมมอนแอโนด โดยทำการต่อเข้ากับ PIC 16F887A ที่รับสัญญาณเอาต์พุตเข้ามาและจะทำการประมวลผลและนับสัญญาณก่อนที่จะส่งต่อไปยัง Seven Segment



รูปที่ 5 รูปวงจรรออกแบบใช้งานจริง



รูปที่ 6 รูปเครื่องนับฟ้าผ่าที่ประกอบเสร็จ

### 3. การทดลอง

การทดลองของเครื่องนับฟ้าผ่าแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบโดยการชิมมูละชั้นด้วยโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบนด์ เวอร์ชัน 5.0 โดยทำการป้อน Function Generator เข้าที่เสาอากาศแล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดในจุดต่างๆเพื่อดูว่าการทำงานของทรานซิสเตอร์ต่างๆที่ได้ออกแบบมาสามารถทำงานได้ถูกต้องซึ่งดูได้จากรูปคลื่นสัญญาณของออสซิลโลสโคป

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดลองโดยการ Spark Gap ซึ่งมีระยะห่างระหว่าง Gap 12 เซนติเมตร และมีแรงดัน 31 kV แล้วทำการวางเครื่องนับฟ้าผ่าห่างจากจุด Spark Gap หรือจุดกำเนิดพัลส์ระยะ 1-10 เมตร



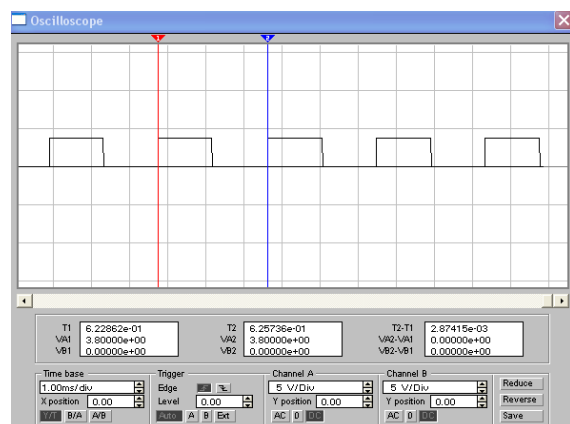
รูปที่ 7 รูปวงจรสร้างแรงดันอิมพัลส์

### 4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองโดยการชิมมูละชั้นด้วยโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบนด์ เวอร์ชัน 5.0 โดยทำการป้อนฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์จากการทดลองตามขั้นตอนการทดลองเป็นไปตามนี้

1. ตอนแรกไม่สามารถตรวจจับสัญญาณได้เนื่องจากเสาอากาศถูกต่อลงกราวด์

2. ทำการทดลองใหม่โดยให้เสาอากาศยกเสาชั้นทำให้สามารถตรวจจับสัญญาณได้อย่างถูกต้องตามจำนวนครั้งที่ปล่อยพัลส์ออกไป



รูปที่ 8 แสดงพัลส์ที่ป้อนโดย Function Generator

## 4.2 ผลการทดลอง Spark ที่ระยะ 1-10 เมตร

ทำการทดลองด้วยการ Spark Gap จากเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์และดูผลที่ได้จากเครื่องนับฟ้าผ่าที่วางไว้ห่างจากเครื่องกำเนิดแรงดันอิมพัลส์เป็นระยะ 1-10 เมตร ว่าได้เท่าไรแล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองด้วยการสปาร์คเก็บที่ระยะตั้งแต่ 1-10 เมตร

ระยะห่าง จากเครื่อง กำเนิดอิม พัลส์ ( m )	จำนวนครั้ง ที่เกิดการ สปาร์ค (ครั้ง)	จำนวนครั้ง ที่เครื่อง วัดได้ (ครั้ง)
1	3	3
2	1	1
3	1	1
4	4	4
5	5	5
6	1	1
7	2	2
8	3	3
9	1	1
10	2	2

## 5. สรุปผล

ผลการทดลองของเครื่องนับฟ้าผ่าแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบโดยการชิมมูเลชั่นด้วยโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบนซ์ เวอร์ชัน 5.0 โดยใช้ ออสซิลโลสโคปวัดในจุดต่างๆเพื่อดูว่าการทำงานของทรานซิสเตอร์ต่างๆที่ได้ออกแบบมาสามารถทำงานได้

ถูกต้องซึ่งดูได้จากรูปคลื่นสัญญาณของออสซิลโลสโคปที่ทำการวัดได้จากทั้ง 4 จุดที่กำหนดไว้ในวงจร

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบการนับจำนวนครั้งของเครื่องนับฟ้าผ่าโดยการสร้างแรงดันอิมพัลส์ในห้องทดลอง จากผลการทดลองที่ระยะ 1-10 เมตร จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบเครื่องนับฟ้าผ่ามีผลการทำงานและตอบสนองความถี่ได้ตามมาตรฐานความถี่ของการเกิดฟ้าผ่าและสามารถนับจำนวนครั้งของการเกิดการสปาร์กได้ถูกต้อง

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์เจษฎา สารสุข และอาจารย์สุทธิกาญจน์ วีระเสถียรซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำดีๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการนี้ ขอขอบคุณพี่อภิชาติ ทองมา ผู้ช่วยอาจารย์คุมห้องทดลองที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยเหลือในการทดลองโครงการจนสำเร็จ

เนื้อหาปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะมีความสมบูรณ์และถูกต้องไม่ได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนและความอนุเคราะห์จากปริญญานิพนธ์เครื่องนับฟ้าผ่า โดย ธิติคูหารุ่งเรือง ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้ความรู้ข้อแนะนำเกี่ยวกับวงจรเครื่องนับฟ้าผ่าและคอยช่วยเหลือตลอด ตลอดจนบุคคลที่จะขาดเสียมิได้คือ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจและตั้งเตือนรวมทั้งส่งเสียค่าเล่าเรียนให้ได้เล่าเรียนจนกระทั่งสามารถทำให้มีวันนี้ได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] J.Sarasook,S.Seesansui 2013, “The Carbon Monoxide Removal for Electrostatic Precipitator”, The 6th Renewable Energy

- for Community Conference (TREC-6), November 13-25, 2013, Thailand.
- [2] A.Thaicharoen and A.Tovarapa. "Reducing Pollution of Gasoline's Exhaust Gas by using Electronics Air Cleaner" Department of Automotive Engineering, Faculty of engineering, Siam University.
- [3] W.Kalasee, N.Srisang, P.Suppatkul and P.Tekasakul. "The Particles Collection Efficiency of an Electrostatic Precipitator Part I: Soot and Talcum Powder Particles", ME-NETT Vol. 20, 18<sup>th</sup> -20<sup>th</sup> October, 2006, Nakhonratchasima.
- [4] N.Srisang, C.Yenphayab, P.Tekasakul and W.Kalasee. "The Soot Particles Collection Efficiency of an Electrostatic Precipitator Part II: The Effect of Voltage", ME-NETT Vol. 20, 18<sup>th</sup> -20<sup>th</sup> October, 2006, Nakhonratchasima.
- [5] Tippayawong, N. 2001. "Analytical Investigation of Fine Particle Deposition in Automotive Exhaust Pipes". Thammasat Int. J. Sci.& Tech. Vol. 6, No.2, pp. 57-65.
- [6] Johnson, J.H., Baglay, S.T., Gratz, L.D. and Leddy, D.G. 1994. "A Review of Diesel Particulate Control Technology and Emission Effect". Horning Memorial Award Lecture. SAE paper number 940233.
- [7] Bouris, D., Arcoumanis, C. and Bergeles, G. 2000. "Numerical Investigation of Thermophoretic and Electrostatic Particulate Wall Deposition Efficiency in Automotive Vehicle Exhaust Pipes". International Conference on 21st Century Emission Technology, 4-5 December, London.
- [8] Crane, R.I. and Rubino, L. 2002. "Strategies for gasoline particulate emission control, a Foresight Vehicle project" Paper submitted to Society of Automotive Engineers Meeting.
- [9] Rubino, L., Shrimpton, J.S. and Crane, R.I. 2001. "Electrostatic Particle Separators: Design via Analytical Models. ILASE-Europe 2001. Zurich 2-6 September.
- [10] J.Sarasook, K.Suthamno and P.Aphichatkul, 2010, "A Proposal to Determine the Humidity Correction Factor of AC Breakdown Voltage" The Proceedings of International Conference on Computer and Electrical Engineering (ICCEE) International Conference, pp1310-1313 Penang, Malaysia, February 2010.
- [11] J.Sarasook, S.Chotigo and B.Puengsiri, 2007, "Construction of A 100 kV Capacitive Voltage Divider", The Proceedings of the 2007 Electrical Engineering/Electronics, computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) International Conference, May 9-12, 2007, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, pp. 345-348.
- [12] J.Sarasook and K. Chinnabutr, 2010, "Study of Humidity and Gap Distance on AC

Breakdown Voltage for Rod-Plane and Sphere-Sphere Gap”, Rajamangala University of Technology Electrical Engineering Network (EENET 2010), February 5-6, 2010, Chiang Mai, Thailand, pp 186-189.

- [13] นายฉัตร คุหารุ่งเรืองกุล. 2547. เครื่องนับฟ้าผ่า. วิทยานิพนธ์ปริญญา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น