

Inno 003/2556

17 มีนาคม 2557



การพัฒนาเครื่องตัดฝุ่นสำหรับเตาเผาโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง
แรงดันสูง

โดย

นายอนุชิต อูไรรัตน์ และคณะ

สนับสนุนงบประมาณโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2556

A development of high voltage direct current oven
dust trap

By

Anuchit Aurairatch And Others



Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2013

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตให้มีขนาดเล็กและต้นทุนต่ำซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งไปที่การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงที่มีขนาดเล็กและราคาถูกเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงให้กับเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต

ขอขอบคุณทีมงานวิจัยที่ให้ข้อมูลด้านหม้อแปลงเตสลาและแนะนำสถานที่จำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่เอื้ออำนวยเกี่ยวกับสถานที่ ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการติดตามการดำเนินงาน และการจัดส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย ผู้จัดทำหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะก่อประโยชน์ให้กับมหาวิทยาลัยฯ และคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เพื่อเป็นองค์ความรู้สำหรับนักศึกษา รวมถึงบุคลากรและผู้สนใจ

คณะผู้จัดทำ

1 สิงหาคม 2556



บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : Inno003/2556

ชื่อโครงการ : การพัฒนาเครื่องดักฝุ่นสำหรับเตาเผาโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง

ชื่อนักวิจัย : นายอนุชิต อุไรรัตน์ นายทรงกลด ศรีปรางค์ และ .ดร.ชาญวิทย์ บุญช่วย

ในปัจจุบัน มีการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจ ทำให้เกิดการเติบโตของโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น จึงทำให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในเมืองขนาดใหญ่ และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศมีผลกระทบต่อทัศนวิสัย และยังส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ก่อให้เกิดปัญหาหลากหลายเช่น โรคทางเดินหายใจ โรคหัวใจ โรคปอด รวมไปถึงมะเร็งปอด จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมปริมาณการแพร่กระจายของฝุ่นละอองลอยในอากาศ ในปัจจุบันเครื่องดักจับฝุ่นที่มีอยู่ตามท้องตลาดมีขนาดใหญ่และมีราคาสูง เหมาะสมสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และตามโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในอาคารบ้านเรือน ผู้จัดทำจึงทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา เพื่อเป็นชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต ที่มีขนาดเล็กและราคาไม่สูงให้บุคคลที่สนใจสามารถทำได้ด้วยตนเอง ผู้จัดทำได้นำ ฟลายแบคทีเวียมาทำเป็นวงจรไฟฟ้าแรงสูง และประยุกต์ใช้จัดทำเป็นชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต โดยมีตะแกรงไฟฟ้าแรงสูง ซีกบวกและซีกลบเป็นตัวดักจับฝุ่น และมีพัดลมดูดอากาศมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยอาศัยแรงลมดูดอนุภาคฝุ่นต่างๆให้เข้ามาติดได้ง่ายขึ้น ซึ่งจากการทดลองเป็นที่น่าพอใจ และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของชิ้นงานต่อไปได้

E-mail Address: anuchit.aur@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556

Abstract

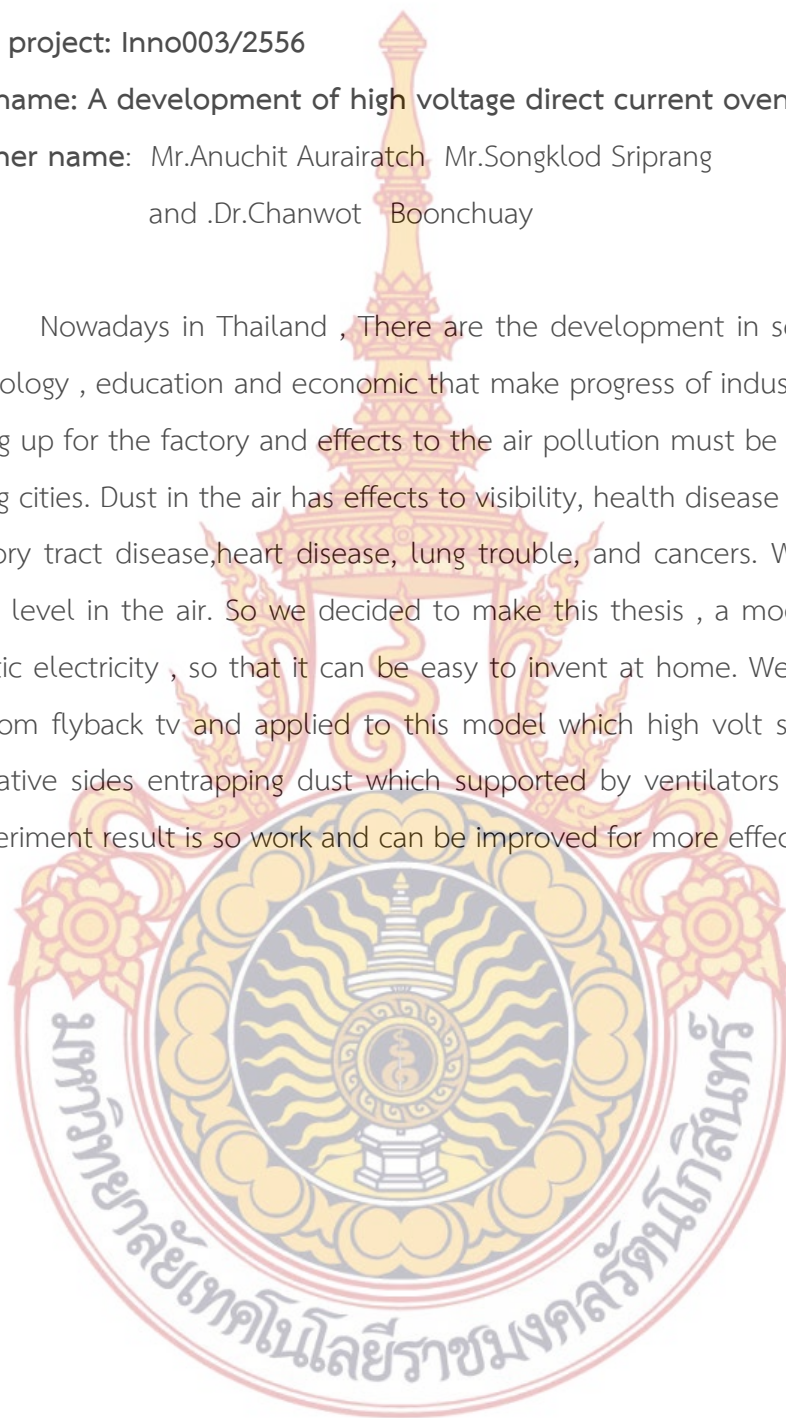
Code of project: Inno003/2556

Project name: A development of high voltage direct current oven dust trap

Researcher name: Mr.Anuchit Aurairatch- Mr.Songklod Sriprang

and .Dr.Chanwot Boonchuay

Nowadays in Thailand , There are the development in several side such as technology , education and economic that make progress of industry so increasing and rising up for the factory and effects to the air pollution must be the big problem in the big cities. Dust in the air has effects to visibility, health disease for the example Respiratory tract disease,heart disease, lung trouble, and cancers. We have to curb the dust level in the air. So we decided to make this thesis , a model of air - filter with static electricity , so that it can be easy to invent at home. We make high volt circuit from flyback tv and applied to this model which high volt sieve by positive and negative sides entrapping dust which supported by ventilators to absorb dust. The experhment result is so work and can be improved for more effectiveness.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1. บทนำ	1
1 หลักการและเหตุผล	1
2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
3 คำถามวิจัย	2
4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
5 ขอบเขตงานวิจัย	2
6 ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ	2
7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
8 แนวทางในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	2
บทที่ 2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1 ประเภทของเครื่องดักฝุ่น	4
2 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูง	7
บทที่ 3. วิธีดำเนินการวิจัย	9
1 การออกแบบวงจรควบคุม	9
2 โครงสร้างและส่วนประกอบ	10
บทที่ 4. ผลการทดลอง	17

สารบัญ(ต่อ)

	1 การทดลอง	17
	2 เตรียมอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง	17
	3 ทำการทดลองและบันทึกการทดลอง	19
บทที่ 5.	สรุปและข้อเสนอแนะ	27
	1 สรุปผลการดำเนินงาน	27
	2 ปัญหาและอุปสรรค	28
	3 การแก้ปัญหาที่พบในการปฏิบัติงาน	28
	4 แนวทางการพัฒนา	28
ภาคผนวก		29
เอกสารอ้างอิง		45



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยเศษกระดาษ	21
2 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยผงอะคริลิก	23
3 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยผงแป้ง	25
4 การเปรียบเทียบผลการทดลองสิ่งของทั้ง 3 ชนิด	26





ภาพที่		หน้า
1	หลักการทํางานของเครื่องตัดฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต	4
2	ลักษณะของเครื่องตัดฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต	5
3	ลักษณะของเครื่องตัดฝุ่นแบบไซโคลน	6
4	ลักษณะของเครื่องตัดฝุ่นแบบสกรับเบอร์	6

5	การสร้างแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบแรงดันสูง	7
6	การสร้างแรงดันไฟฟ้าแรงสูงโดยอาศัยวงจรวทรีแรงดัน	7
7	การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงโดยอาศัยหม้อแปลงเทสลา	8
8	วงจรรีไฟฟ้าแรงสูงดักจับฝุ่น	9
9	วงจรรีเตกูเรเตอร์ 0-30 โวลท์ 1 แอมป์	10
10	โครงสร้างด้านหน้าของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต	10
11	การวางตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานด้านหลัง	11
12	โครงสร้างด้านข้างของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต	11
13	การวางตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานด้านข้าง	12
14	ตะแกรงดักเศษขยะ	12
15	ตะแกรงลวดประจุบวก	13
16	แท่งเหล็กประจุลบ	13
17	แบบถาดรองเศษฝุ่น	14
18	ตะแกรงดักจับฝุ่น	14
19	ใส่ตะแกรงดักเศษขยะด้านหน้า	15
20	ด้านหน้าของชิ้นงาน	15
21	ด้านหลังของชิ้นงาน	15
22	ด้านข้างชิ้นงาน	16
23	ชิ้นงานที่ประกอบที่เสร็จสมบูรณ์	16



บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้ปัญหาของมลพิษในอากาศถือว่าเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในระดับโลก ซึ่งปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาเช่น การเผาขยะ การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล การเผาซากพืชซากสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรมและในปัจจุบันเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหินและแก๊สมีราคาสูงขึ้นจึงได้มีการนำซากพืชมาใช้ทดแทน ตลอดจนในปัจจุบันนี้ที่ดินมีราคาแพงขึ้นทำให้หลายๆครอบครัวที่มีการฝังศพก็เปลี่ยนมาเป็นการเผาแทนซึ่งปกติคนไทยที่นับถือพุทธศาสนาก็ใช้การเผาศพอยู่แล้วจึงทำให้มีการเพิ่มมลพิษให้มากขึ้นอีก และเมื่อชุมชนเติบโตขึ้นก็ได้มีการขยายตัวเข้าไปใกล้วัดและโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นมา ปัจจุบันฝุ่นละอองยังส่งผลถึงการส่งออกไปยังยุโรปเนื่องจากมีกฎหมายการนำเข้าที่จำกัดปริมาณฝุ่นละอองในห้องบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อให้ปลอดภัยกับผู้บริโภค

1. หลักการและเหตุผล

เนื่องจากปัจจุบันเครื่องดักฝุ่นยังมีราคาสูงอยู่ การพัฒนาเครื่องดักฝุ่นขึ้นมาก็เพื่อช่วยลดมลพิษในอากาศเพราะจากราคาเครื่องดักฝุ่นยังมีราคาสูงอยู่ทำให้วัดและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กยังไม่มีการติดตั้งเครื่องดักฝุ่นสำหรับเตาเผาซึ่งทำให้เกิดมลภาวะอย่างมากในปัจจุบัน

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องดักฝุ่นที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงที่มีต้นทุนต่ำขึ้นมาเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่กระตุ้นให้วัดและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้หันมาใช้เครื่องดักฝุ่นเพื่อลดมลพิษที่เกิดขึ้นกับชุมชนที่อยู่รอบข้าง

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 พัฒนาเครื่องดักฝุ่นให้เหมาะสมกับเตาเผาขนาดเล็ก
- 2.2 นำเครื่องดักฝุ่นที่พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปใช้งานเพื่อเป็นการบริการทางวิชาการแก่ชุมชน
- 2.3 นำผลงานวิจัยที่ได้ไปถ่ายทอดให้กับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและวัดเพื่อสร้างและพัฒนาให้มี

3. คำถามวิจัย

การที่เครื่องดักฝุ่นมีราคาถูกลงจะทำให้มีประสิทธิภาพต่ำลงหรือไม่ ซึ่งแน่นอนว่าคุณภาพนั้นแปรผันตรงกับราคาแต่อย่างไรก็ตามเครื่องดักฝุ่นที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงหรือไฟฟ้าสถิตนั้นก็ยังคงมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอื่นๆและถึงแม้ประสิทธิภาพจะลดลงบ้างแต่ก็ยังดีกว่าปล่อยให้ฝุ่นรื้อยเปอร์เซ็นต์ออกไปสู่ภายนอกซึ่งกระทบกับชุมชนและสิ่งแวดล้อมเช่นที่เกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบัน

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

ไอออนบวก หมายถึง ประจุไฟฟ้าที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก

ไอออนลบ หมายถึง ประจุไฟฟ้าที่มีศักย์เป็นลบ

วงจรตีแรงดัน หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่สามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้าด้านออกให้สูงขึ้นกว่าแหล่งจ่ายซึ่งเป็นแรงดันขาเข้าเป็นจำนวนเท่าของแหล่งจ่าย

5. ขอบเขตงานวิจัย

สามารถดักจับฝุ่นที่เกิดจากการเผาซากพืชและเผาศพได้โดยใช้กำลังไฟฟ้าต่ำโดยใช้หม้อแปลงฟลายแบคเป็นตัวจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตขึ้น

6. ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้เครื่องดักฝุ่นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ง่ายในการบำรุงรักษา

6.2 ได้ต้นแบบของเครื่องดักฝุ่นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กราคาต่ำ

6.3 สามารถใช้เป็นต้นแบบในการสร้างเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

7.1 ได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้าแรงดันสูงและการแก้ปัญหา

7.2 เป็นต้นแบบในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

8. แนวทางในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากการทดสอบนั้นเครื่องดักฝุ่นยังมีประสิทธิภาพต่ำอยู่เนื่องจากระยะเวลาที่จำกัดและงบประมาณในการทำวิจัยที่มีจำกัดตลอดจนยังขาดแคลนเครื่องมือเป็นอย่างมาก ดังนั้นแล้วจึงต้องมีการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อไปซึ่งก็จะประโยชน์อย่างมากในการลดปัญหาจากฝุ่นและควัน

สรุป

เครื่องดักฝุ่นโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงสามารถดักจับฝุ่นละอองจากการเผาไหม้ได้และประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของฝุ่นและแรงดันไฟฟ้าหากปริมาณฝุ่นมากขึ้นก็มีความจำเป็นที่ต้องใช้แรงดันและกำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้นด้วย ดังนั้นเครื่องดักฝุ่นที่สร้างขึ้นนี้จึงเหมาะสมกับเตาเผาขนาดเล็กที่มีปริมาณฝุ่นไม่มากเท่านั้น



บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัย เรื่องการพัฒนาเครื่องดักฝุ่นสำหรับเตาเผาโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ประเภทของเครื่องดักฝุ่น
2. หลักการในการสร้างแรงดันไฟฟ้าสูง

1. ประเภทของเครื่องดักฝุ่น

1.1 เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator) อาศัยหลักการทำงานโดยการใช้ไฟฟ้าในการแยกอนุภาค โดยการทำให้อนุภาคเกิดประจุไฟฟ้าขึ้นโดยการใส่ประจุไฟฟ้าเข้าไป จากนั้นก็ให้อนุภาคที่ได้ใส่ประจุไฟฟ้าแล้วเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในสนามไฟฟ้าสถิต อนุภาคก็就会被ดูดเข้าไปหาชุดเก็บกักที่มีศักย์ไฟฟ้าตรงกันข้าม ซึ่งหลักการของเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตจะมีประสิทธิภาพสูงสามารถดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนได้ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการดักจับมากกว่า 99.5% หรือสูงกว่าและยังสามารถจับก๊าซร้อนในปริมาณที่มากได้ หลักการทำงานของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงหลักการการทำงานของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต

หลักการทำงานของเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตมีดังนี้

1. ใส่ประจุไฟฟ้าให้กับอนุภาคหรือฝุ่น
2. เก็บอนุภาคหรือฝุ่นที่มีประจุโดยใช้สนามไฟฟ้า
3. แยกฝุ่นออกจากขั้วเก็บไปยังถังเก็บ

ส่วนประกอบของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตมีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วนคือ

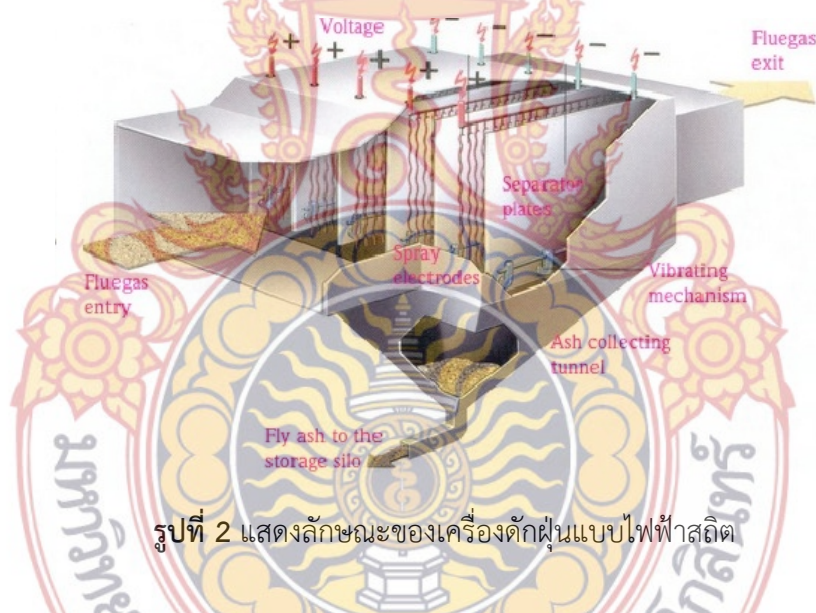
1. ขั้วปล่อยประจุ Discharge Electrodes ทำหน้าที่เป็นขั้วแรงดันไฟฟ้าแรงสูงเพื่อให้เกิดการไอโอไนเซชันได้ง่าย ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นเส้นลวด เป็นท่อหรืออย่างอื่นโดยมีคุณสมบัติคือ ให้สามารถเกิดโคโรนาขึ้น ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน

2. ขั้วเก็บ Collection Electrodes อาจมีลักษณะเป็นท่อหรือเป็นแผ่น ทำหน้าที่ดักจับฝุ่น

3. เครื่องแยกฝุ่น Rappers ทำหน้าที่แยกฝุ่นออกจากแผ่นเพื่อเก็บมีปริมาณฝุ่นมาก

4. ถังพัก Hopper ทำหน้าที่รับฝุ่นมาจากเครื่องแยกฝุ่น ก่อนที่จะนำไปทิ้ง

ลักษณะของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมแสดงดังรูปที่ 2

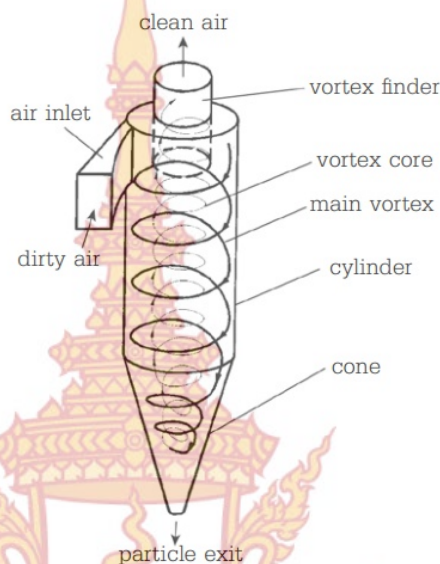


รูปที่ 2 แสดงลักษณะของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต

ชนิดของเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ใหญ่ ๆ ตามขั้วของแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดโคโรนาได้แก่

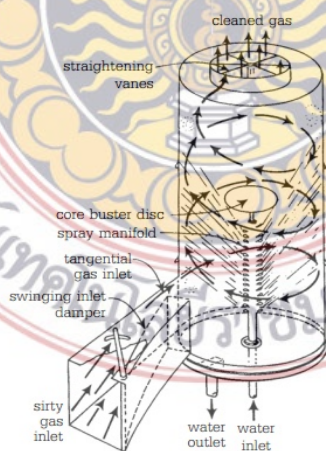
1. ขั้วโคโรนาแบบบวกสำหรับเก็บฝุ่นเปียก
2. ขั้วโคโรนาแบบลบสำหรับเก็บฝุ่นแห้ง
3. ขั้วโคโรนาแบบลบสำหรับเก็บฝุ่นเปียก

2.2 ไซโคลน เป็นเครื่องมือสำหรับดักฝุ่นชนิดหนึ่งซึ่งมีหลักการทำงานคืออาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางทำให้อากาศเกิดการหมุนวนในตัวมันทำให้ฝุ่นถูกเหวี่ยงไปกระทบกับผนังของมันจากนั้นฝุ่นจะตกลงสู่ถังเก็บโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ลักษณะการทำงานของไซโคลนแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงลักษณะของเครื่องดักฝุ่นแบบไซโคลน

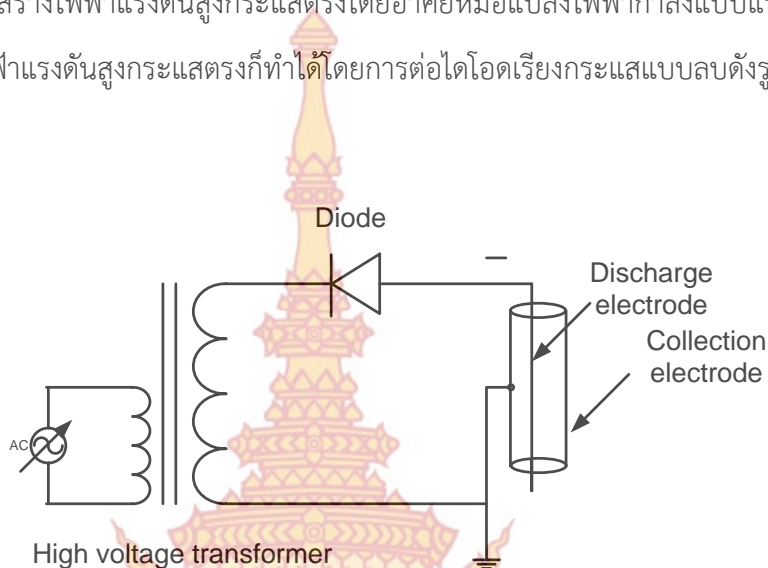
2.3 สคริปเบอร์ เป็นการดักจับฝุ่นโดยอาศัยหยดน้ำโดยการฉีดพ่นน้ำให้เป็นละอองเมื่อละอองน้ำกระทบกับฝุ่นละอองจะทำให้ฝุ่นละอองจับตัวเป็นก้อนและตกลงสู่ถังเก็บโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ลักษณะของสคริปเบอร์แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของเครื่องดักฝุ่นแบบสคริปเบอร์

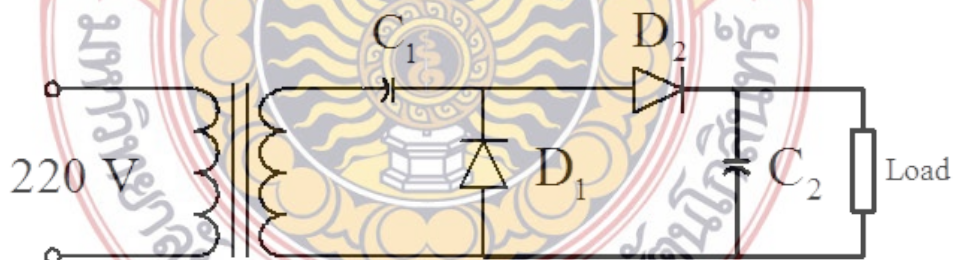
2. การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูง

2.1 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบแรงดันสูง เมื่อต้องการให้เกิดไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงก็ทำได้โดยการต่อไดโอดเรียงกระแสแบบลวดรูปที่ 5



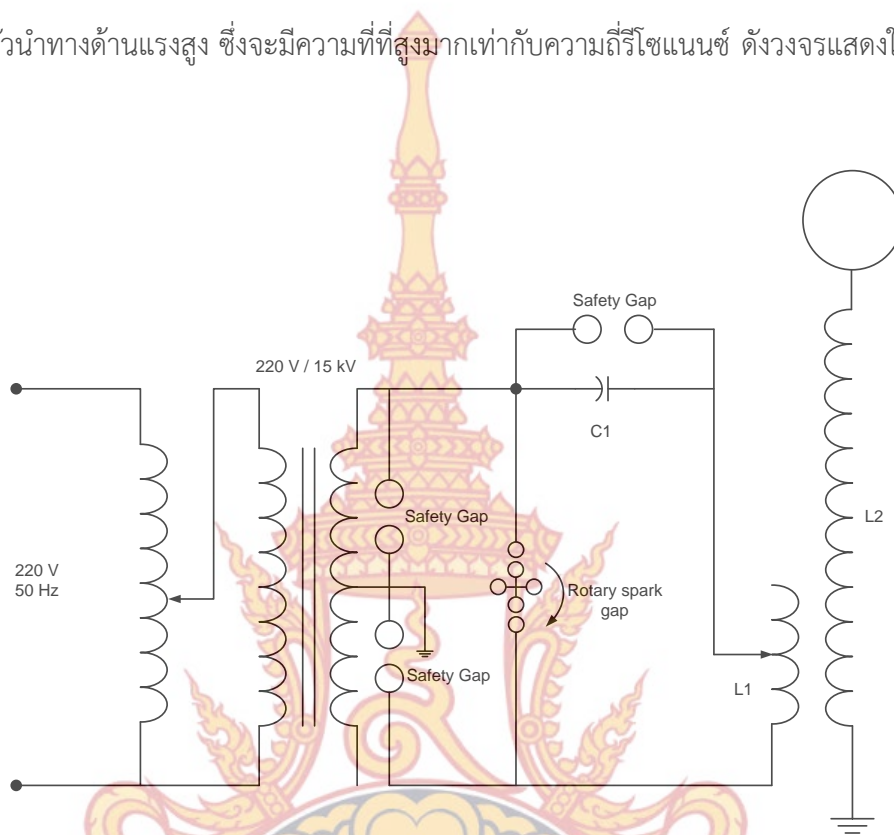
รูปที่ 5 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบแรงดันสูง

2.2 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยวงจรทวีแรงดัน ไฟฟ้าแรงดันสูงที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเป็นจำนวนเท่าของแรงดันที่ป้อนขึ้นอยู่กับการจัดของ คาปาซิเตอร์และไดโอดดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยวงจรทวีแรงดัน

2.3 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรงโดยอาศัยหม้อแปลงไฟฟ้าเทสลา การทำงานอาศัยหลักการรีโซแนนซ์ระหว่าง คาปาซิเตอร์และอินดักเตอร์และทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดตัวนำทางด้านแรงสูง ซึ่งจะมีค่าที่ที่สูงมากเท่ากับค่าความถี่รีโซแนนซ์ ดังวงจรแสดงในรูปที่ 7

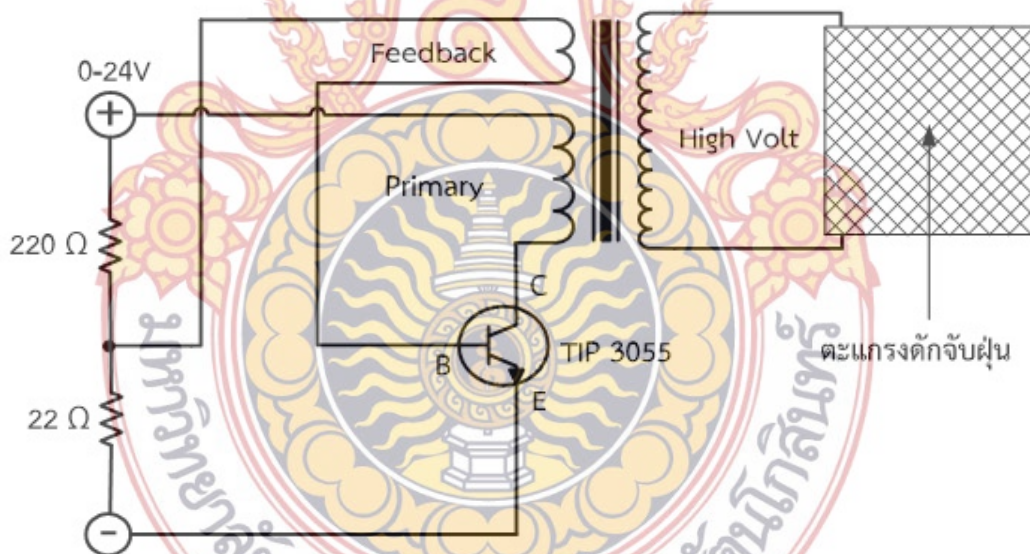


รูปที่ 7 การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงโดยอาศัยหม้อแปลงเทสลา

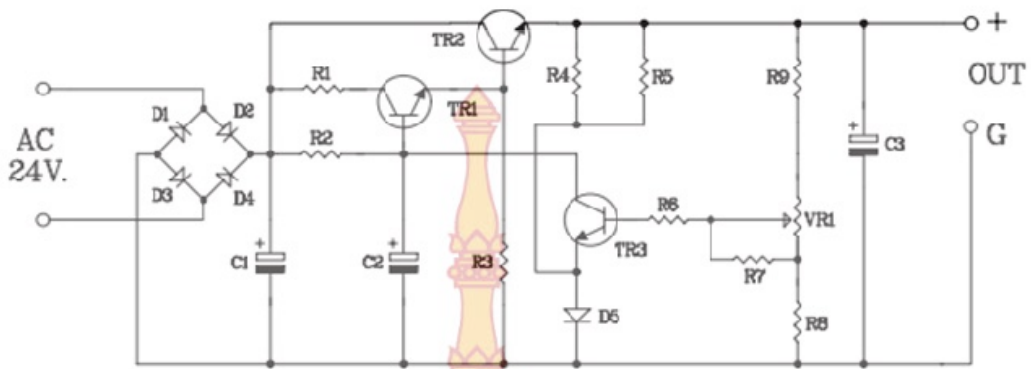
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนี้ได้สร้างไฟฟ้าแรงดันสูงโดยใช้หม้อแปลงฟายแบค เนื่องจากสามารถสร้างแรงดันสูงโดยที่มีขนาดเล็กและไม่มีการสูญเสียในแกนเหล็กทำให้เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับหม้อแปลงกำลัง จากทฤษฎีพื้นฐานของหม้อแปลงฟายแบคนำไปใช้ในการออกแบบหม้อแปลงฟายแบค ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญด้วยกันหลายส่วนได้แก่ ขดลวดทางด้านแรงดันไฟฟ้าต่ำ ขดลวดทางด้านแรงดันไฟฟ้าสูง

1. การออกแบบวงจรควบคุม



รูปที่ 8 วงจรไฟฟ้าแรงสูงดักจับฝุ่น



รูปที่ 9 วงจรเร็คติฟายเออร์ 0-30 โวลท์ 1 แอมป์

2. โครงสร้างและส่วนประกอบ

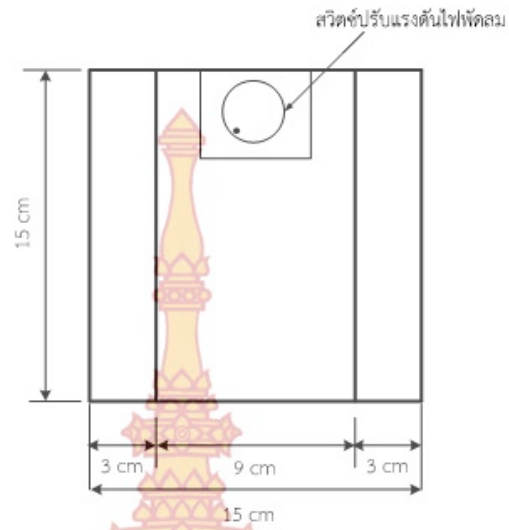
ทำการศึกษาคณะภูมิที่เกี่ยวข้องแล้วได้ทำการออกแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตเพื่อจัดสร้างเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต

2.1 ออกแบบโครงสร้างและการวางตำแหน่งอุปกรณ์ภายนอกชิ้นงาน

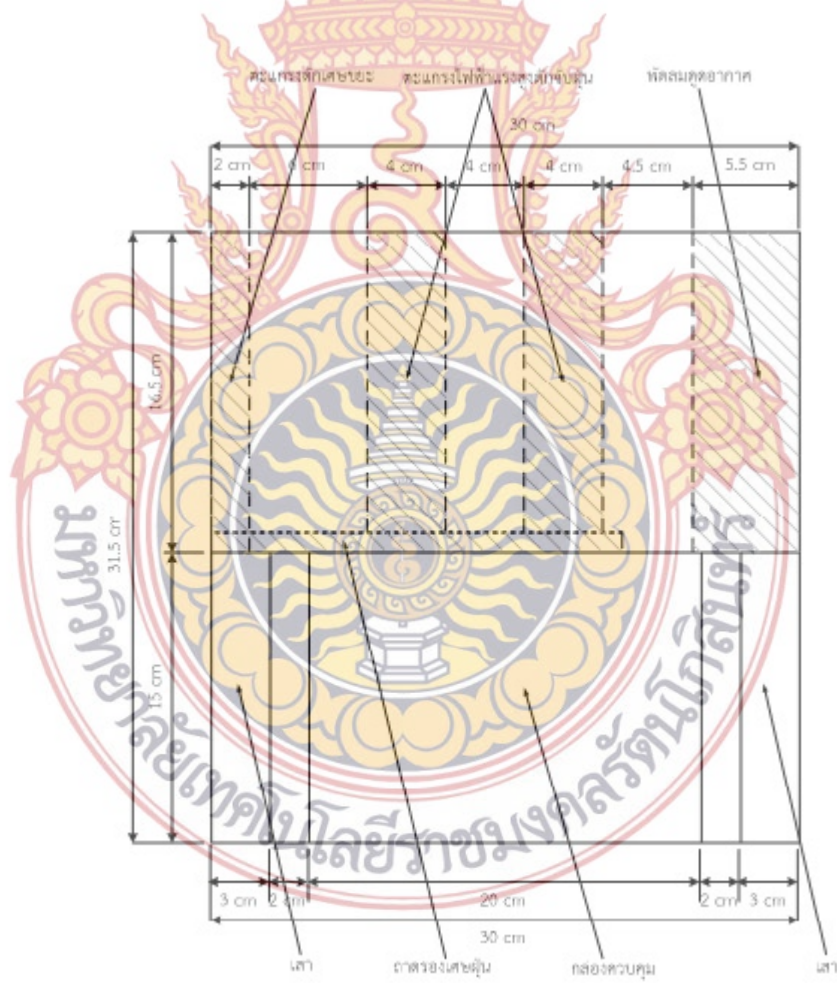


รูปที่ 10 (ก) โครงสร้างด้านหน้าของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต

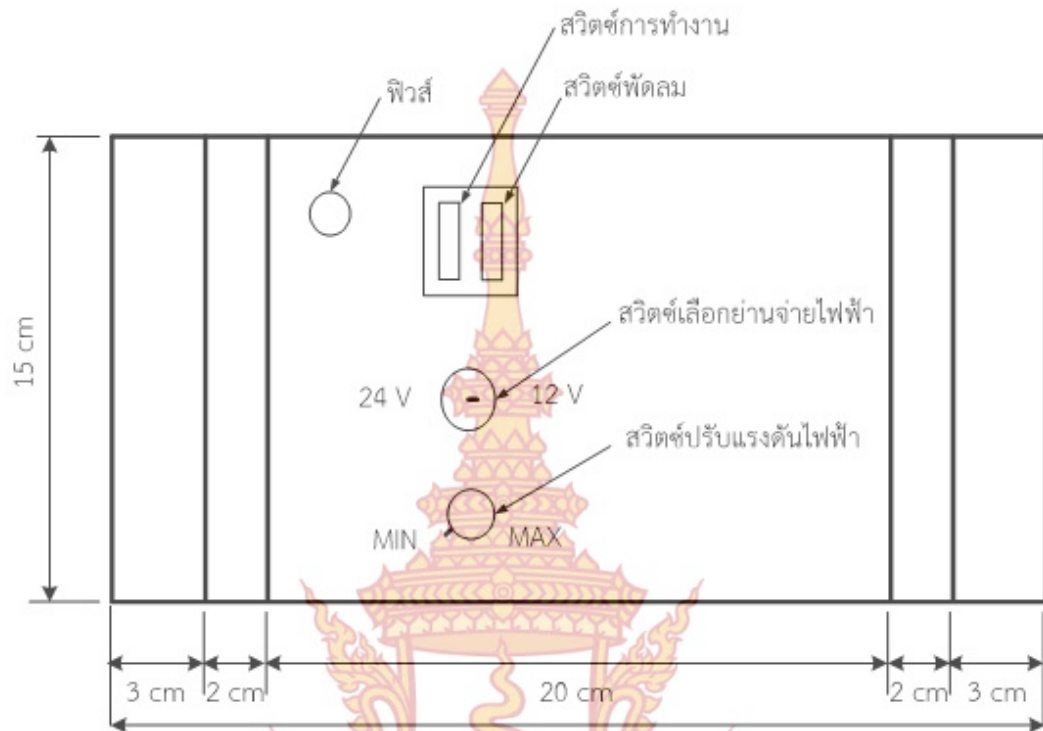
(ข) โครงสร้างด้านหลังของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 11 การวางตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานด้านหลัง



รูปที่ 12 โครงสร้างด้านข้างของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 13 การวางตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานด้านข้าง



รูปที่ 14 ตะแกรงดักเศษขยะ

ทำการวัดและตัดแผ่นอะคริลิกหนา 5 มิลลิเมตร กว้าง 13.8 เซนติเมตร ยาว 13.8 เซนติเมตรเป็น 4 เหลี่ยมผืนผ้า จำนวน 6 แผ่น ใช้ทำตะแกรงลวด 2 แผ่น ใช้ใส่แท่งเหล็กประจูลบ 2 แผ่น และใช้กั้นกลางระหว่างประจูลบกับลวด อีก 2 แผ่น เมื่อทำการทำชุดประจูลบและประจูลบเรียบร้อยแล้ว ก็นำมาประกบกันเพื่อให้เป็นชุดเดียวกันด้วยน้ำยาประสานอะคริลิก จากนั้น ทำการตัดอะคริลิกสีขาว จำนวน 4 แผ่น เพื่อที่จะปิดชุดตะแกรงดักจับฝุ่นทั้งหน้าและหลัง ทั้ง 2 ชุด

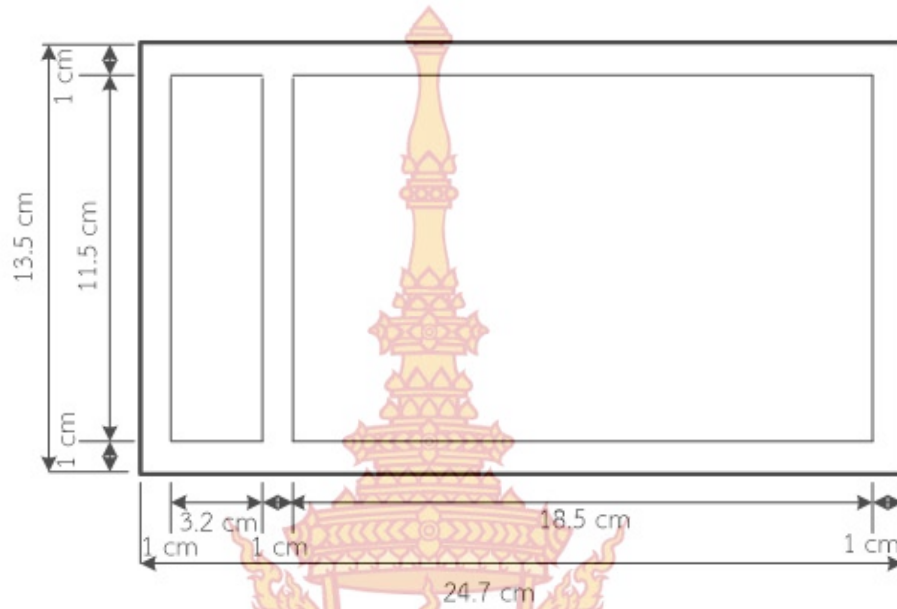


รูปที่ 15 ตะแกรงลวดประจูลบ



รูปที่ 16 แท่งเหล็กประจูลบ

ทำการวัดและตัดแผ่นตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ แล้วทำการตัดพ่นสีและประกอบให้เป็นภาตรองดัก
เศษฝุ่นตามรูปที่ 3.21

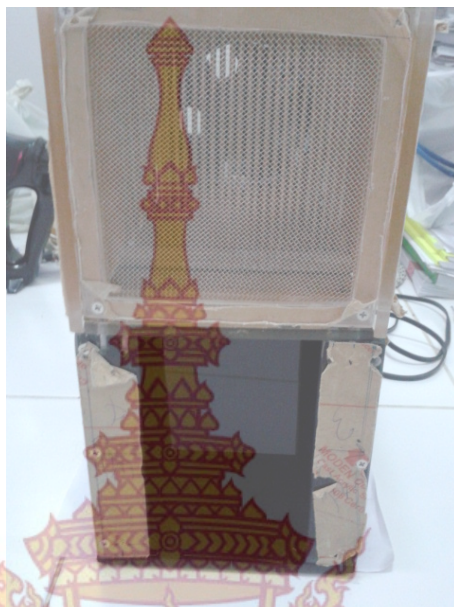


รูปที่ 17 แบบภาตรองเศษฝุ่น



รูปที่ 18 ตะแกรงดักจับฝุ่น

ทำการใส่ตะแกรงดักขยะด้านหน้าของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 19 ใส่ตะแกรงดักเศษขยะด้านหน้า

ภาพโดยรวมของชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต



รูปที่ 20 ด้านหน้าของชิ้นงาน

รูปที่ 21 ด้านหลังของชิ้นงาน



รูปที่ 22 ด้านข้างชิ้นงาน



รูปที่ 23 ชิ้นงานที่ประกอบที่เสร็จสมบูรณ์

บทที่ 4

ผลการทดลอง

บทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตโดยได้ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง ออกมาเป็นดังต่อไปนี้

1. การทดลอง
2. ผลการทดลอง

1. การทดลอง

การทดลองเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต ได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีการทดลองต่างๆโดยขั้นตอนการทดลองมีดังต่อไปนี้

- 1.1 เตรียมอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง
- 1.2 ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

2. เตรียมอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- 2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 24 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



รูปที่ 25 มิเตอร์ดิจิทัล 2 เครื่อง

2.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 26 เศษกระดาษ



รูปที่ 27 แป้งมัน



รูปที่ 28 ผงอะคริลิก

3. ทำการทดลองและบันทึกการทดลอง

3.1 การทดลองด้วยเศษกระดาษ

นำเศษกระดาษที่เป็นตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มาแบ่งออกเป็น 3 ถูง นำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ ถูงละ 2.52 กรัม



รูปที่ 29 เศษกระดาษที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองเครื่องตัดกับฟลูออโรพลาสติก โดยใช้กระดาษในการทดลอง ปรับแรงดันไฟฟ้า 3 ระดับแรงดัน คือ 2 โวลต์ 4 โวลต์ และ 6 โวลต์ พร้อมทั้งวัดกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 30 ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

เมื่อทำการทดลองเสร็จ นำเศษกระดาษที่ดักจับได้ นำมาชั่งน้ำหนักใหม่ทั้ง 3 ค่าแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 31 น้ำหนักเศษกระดาษหลังทำการทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 2 โวลต์

รูป 32 น้ำหนักเศษกระดาษหลังทำการทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 4 โวลต์



รูปที่ 33 น้ำหนักเศษกระดาษหลังทำการทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยเศษกระดาษ

แรงดันที่ใช้ (โวลต์)	กระแสที่ได้ (แอมแปร์)	น้ำหนักก่อนการ ทดลอง (กรัม)	น้ำหนักหลังการ ทดลอง (กรัม)	ปริมาณฝุ่นที่ดัก จับได้ (%)
2 V	0.042 A	2.52 g	1.59 g	63.09 %
4 V	0.273 A	2.52 g	1.99 g	78.96 %
6 V	0.510 A	2.52 g	2.12 g	84.12 %

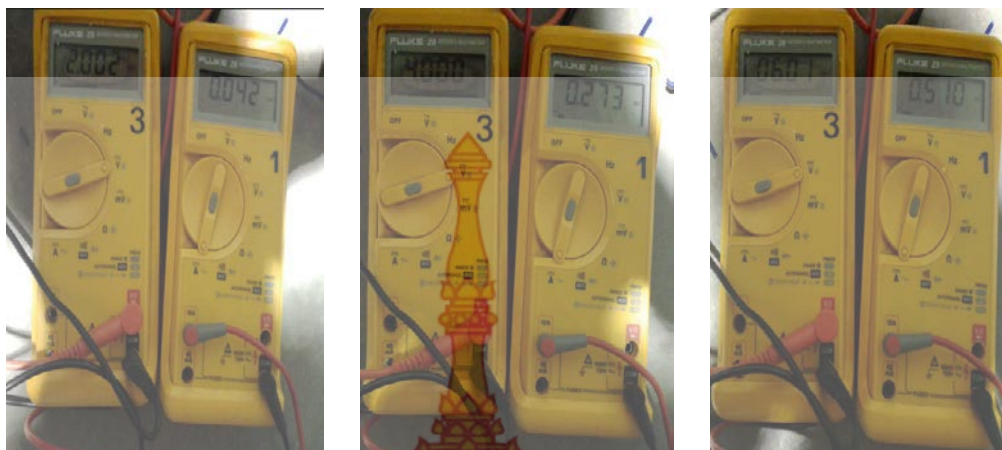
3.2 การทดลองด้วยผงอะคริลิก

นำผงอะคริลิกที่ตะไบเป็นชิ้นเล็กๆ มาแบ่งออกเป็น 3 ถุง นำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ ถุงละ 5 กรัม



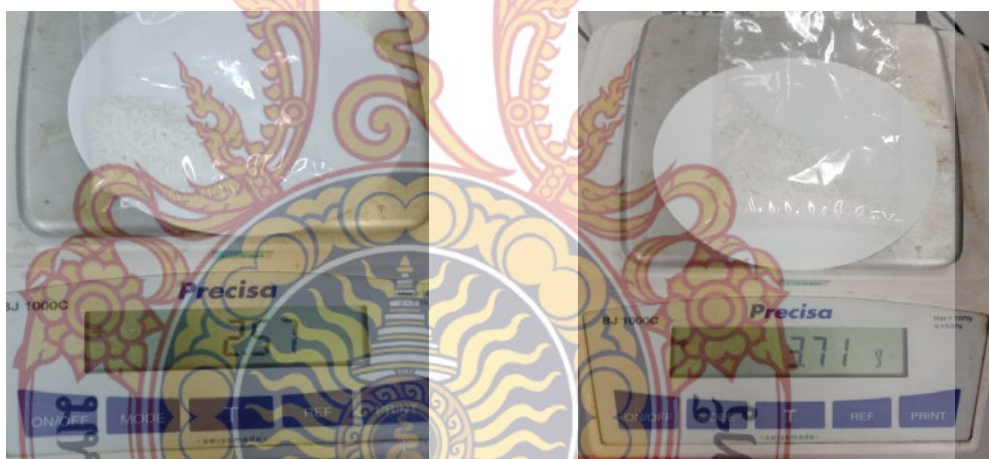
รูปที่ 34 ผงอะคริลิกที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต โดยใช้ผงอะคริลิกในการทดลอง ปรับแรงดันไฟฟ้า 3 แรงดัน คือ 2 โวลต์ 4 โวลต์ และ 6 โวลต์พร้อมทั้งวัดกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 35 ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

เมื่อทำการทดลองเสร็จ นำผงอะคริลิกที่ตกจับได้ นำมาชั่งน้ำหนักใหม่ทั้ง 3 ค่าแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 36 น้ำหนักผงอะคริลิกหลังทำการ
ทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 2 โวลต์

รูปที่ 37 น้ำหนักผงอะคริลิกหลังทำการ
ทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 4 โวลต์



รูปที่ 38 น้ำหนักผงอะคริลิกหลังทำการทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์

ตารางที่ 2 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยผงอะคริลิก

แรงดันที่ใช้ (โวลต์)	กระแสที่ได้ (แอมแปร์)	น้ำหนักก่อนการ ทดลอง (กรัม)	น้ำหนักหลังการ ทดลอง (กรัม)	ปริมาณฝุ่นที่ดัก จับได้ (%)
2 V	0.042 A	5.00 g	2.57 g	51.40 %
4 V	0.273 A	5.00 g	3.71 g	74.20 %
6 V	0.510 A	5.00 g	3.91 g	78.20 %

3.3 การทดลองด้วยผงแป้ง

นำผงแป้งที่เตรียมไว้ มาแบ่งออกเป็น 3 ถุง นำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ ถุงละ 10 กรัม



รูปที่ 39 ผงแบ่งที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต โดยใช้ผงแบ่งในการทดลอง ปรับแรงดันไฟฟ้า 3 แรงดัน คือ 2 โวลต์ 4 โวลต์ และ 6 โวลต์ พร้อมทั้งวัดกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 40 ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

เมื่อทำการทดลองเสร็จ นำผงแบ่งที่ดักจับได้ นำมาชั่งน้ำหนัก ใหม่ทั้ง 3 ค่าแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 41 น้ำหนักผงแป้งหลังทำการทดลอง ที่แรงดันไฟฟ้า 2 โวลต์

รูปที่ 42 น้ำหนักผงแป้งหลังทำการทดลอง ที่แรงดันไฟฟ้า 4 โวลต์



รูปที่ 43 น้ำหนักผงแป้งหลังทำการทดลองที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์

ตารางที่ 3 ผลการทดลองดักจับฝุ่นด้วยผงแป้ง

แรงดันที่ใช้ (โวลต์)	กระแสที่ได้ (แอมแปร์)	น้ำหนักก่อนการ ทดลอง (กรัม)	น้ำหนักหลังการ ทดลอง (กรัม)	ปริมาณฝุ่นที่ดัก จับได้ (%)
2 V	0.042 A	10.00 g	3.72 g	37.2 %
4 V	0.273 A	10.00 g	4.41 g	44.1 %
6 V	0.510 A	10.00 g	5.95 g	59.5 %

4. ผลการทดลอง

การทดลอง จากการที่ได้นำเศษกระดาษ ผงอะคริลิก และแป้งมาทดลองชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต ผลที่ออกมาคือสิ่งของที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 ชนิดตามที่ระบุมาชุดต้นแบบสามารถดักจับได้ทุกชนิด แต่ปริมาณที่ดักจับได้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับขนาดของสิ่งที่ใช้ทดลองและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง เศษกระดาษสามารถดักจับได้ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือผงอะคริลิก และที่จับได้น้อยสุดก็คือแป้งเพราะมีความละเอียดมาก และสิ่งของที่ใช้ทดลองทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถดักจับได้ดีที่สุดที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์ และถ้าปรับแรงดันมากกว่า 6 โวลต์ ก็จะเกิดการเบรกดาวน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการทดลองสิ่งของทั้ง 3 ชนิด

แรงดันที่ใช้ (โวลต์)	กระแสที่ได้ (แอมแปร์)	น้ำหนักก่อนการ ทดลอง (กรัม)	น้ำหนักหลังการ ทดลอง (กรัม)	ปริมาณฝุ่นที่ดัก จับได้ (%)
การทดลองดักจับฝุ่นด้วยเศษกระดาษ				
2 V	0.042 A	2.52 g	1.59 g	63.09 %
4 V	0.273 A	2.52 g	1.99 g	78.96 %
6 V	0.510 A	2.52 g	2.12 g	84.12 %
การทดลองดักจับฝุ่นด้วยผงอะคริลิก				
2 V	0.042 A	5.00 g	2.57 g	51.40 %
4 V	0.273 A	5.00 g	3.71 g	74.20 %
6 V	0.510 A	5.00 g	3.91 g	78.20 %
การทดลองดักจับฝุ่นด้วยแป้ง				
2 V	0.042 A	10.00 g	3.72 g	37.2 %
4 V	0.273 A	10.00 g	4.41 g	44.1 %
6 V	0.510 A	10.00 g	5.95 g	59.5 %

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลในการจัดทำโครงการ ปัญหา และข้อเสนอแนะที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดทำวิจัย เครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต เพื่อให้ทราบถึงปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะที่จัดทำวิจัยว่ามีปัญหาในด้านใดบ้าง ที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขในส่วนของการดำเนินงานที่ดีขึ้นกว่าเดิม รวมไปถึงข้อเสนอแนะในการพัฒนาชิ้นงานต่อไปให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานเพิ่มมากขึ้นในอนาคตต่อไป

1. สรุปผลการดำเนินงาน

ในปัจจุบันมีการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจ จึงทำให้เกิดการเติบโตของโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น จึงทำให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในเมืองขนาดใหญ่ และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศมีผลกระทบต่อทัศนวิสัย และยังส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ก่อให้เกิดปัญหาหลากหลายเช่น โรคทางเดินหายใจ โรคหัวใจ โรคปอด รวมไปถึงมะเร็งปอด จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมปริมาณการแพร่กระจายของฝุ่นละอองลอยในอากาศ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้ได้จัดทำเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตขึ้นมาเพื่อเป็นต้นแบบในการที่ประชาชนทั่วไปสามารถจะจัดทำขึ้นมาได้เองโดยใช้งบประมาณที่ไม่สูงและมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการดำเนินงาน ในการจัดทำชุดเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตจะประกอบด้วยสองส่วนคือ พัดลมดูด ตะแกรงดักจับฝุ่น ชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตสามารถทำงานโดยกดสวิทช์เปิดแล้วสามารถเลือกแรงดันไฟฟ้าได้ ว่าต้องการแรงดันมากน้อยเพียงใด ยิ่งปรับแรงดันสูงก็จะทำให้ดักจับฝุ่นได้ดี ส่วนพัดลมดูดจะทำงานก็ต่อเมื่อเปิดสวิทช์ อีกตัว พัดลมดูดสามารถปรับความเร็วของพัดลมได้ พัดลมดูดควรทำงานควบคู่ไปกับตะแกรงดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิต เพราะจะช่วยในการดูดฝุ่นให้เข้ามาติดกับตะแกรงได้ง่ายขึ้น ชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตสามารถทำขึ้นได้เอง โดยต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างไฟฟ้าสถิตด้วยแรงดันสูง ทางผู้วิจัยหวังว่าชุดต้นแบบเครื่องดักจับฝุ่นไฟฟ้าสถิตนี้จะมีประโยชน์มากสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณการแพร่กระจายของฝุ่นละอองลอยในอากาศ อันก่อให้เกิดปัญหาหลากหลายเช่น โรคทางเดินหายใจ โรคหัวใจ โรคปอด รวมไปถึงมะเร็งปอด

2. ปัญหาและอุปสรรค

- 2.1 ปัญหาพัดลมดูดมีความเร็วรอบมากเกินไป ทำให้ฝุ่นไม่สามารถจับกับตะแกรงได้
- 2.2 ปัญหาตะแกรงดักจับฝุ่นระหว่างซี่บวกกับซี่ลบอยู่ห่างกันมากเกินไป มีระยะห่าง 2.5 เซนติเมตร
- 2.3 ปัญหาตะแกรงดักจับฝุ่นภายในมีชุดเดียว ทำให้ดักจับฝุ่นได้ปริมาณน้อย

3. การแก้ปัญหาที่พบในการปฏิบัติงาน

- 3.1 ใส่สวิตช์ปรับความเร็วพัดลม
- 3.2 ทำชุดตะแกรงใหม่ ให้ซี่บวกกับซี่ลบ อยู่ห่างกัน 1 เซนติเมตร
- 3.3 ทำชุดตะแกรงดักจับฝุ่นเพิ่ม เป็น 2 ชุด

4. แนวทางการพัฒนา

- 5.4.1 เพิ่มอุปกรณ์เคาะเศษฝุ่นเพื่อให้ฝุ่นตกลงถาดได้ง่าย
- 5.4.2 เพิ่มชุดตะแกรงดักจับฝุ่น ให้มีจำนวนหลายชุดเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นได้ดีขึ้น





ภาคผนวก

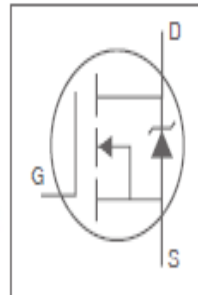
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



IRL2203NPbF

HEXFET® Power MOSFET

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated
- Lead-Free



$$V_{DS} = 30V$$

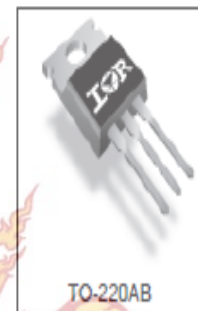
$$R_{DS(on)} = 7.0m\Omega$$

$$I_D = 116A \text{①}$$

Description

Advanced HEXFET® Power MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



TO-220AB

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Max.	Units	
I_D @ $T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} = 10V$	116①	
I_D @ $T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} = 10V$	82	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	400	
P_D @ $T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	180	
	Linear Derating Factor	1.2	
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 18	
I_{AR}	Avalanche Current ①	60	
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	18	
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ①	5.0	
T_J	Operating Junction and	-55° to +175	
T_{STG}	Storage Temperature Range	°C	
	Soldering Temperature, for 10 seconds		300 (1.6mm from case)
	Mounting torque, #32 or M3 screw		10 lb/in (1.1N*m)

Thermal Resistance

Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	

IRL2203NPbF

International
Rectifier

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	30	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu\text{A}$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.029	—	$V/^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	7.0	m Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 60A$ ①
		—	—	10		$V_{GS} = 4.5V, I_D = 48A$ ②
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	1.0	—	—	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu\text{A}$
g_m	Forward Transconductance	73	—	—	S	$V_{DS} = 25V, I_D = 60A$ ③
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 30V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 24V, V_{GS} = 0V, T_J = 125^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{DS} = 16V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{DS} = -16V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	60	nC	$I_D = 60A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	14		$V_{DS} = 24V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	33		$V_{GS} = 4.5V$, See Fig. 6 and 13
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	11	—		$V_{DD} = 15V$
t_r	Rise Time	—	160	—		$I_D = 60A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	23	—		$R_G = 1.8\Omega$
t_f	Fall Time	—	66	—		$V_{GS} = 4.5V$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	3290	—	pF	$V_{DS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	1270	—		$V_{DS} = 25V$
C_{riss}	Reverse Transfer Capacitance	—	170	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ⑤	—	13200	2900	mJ	$I_{AS} = 60A, L = 0.16\text{mH}$

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	1160	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	400		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.2	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 60A, V_{GS} = 0V$ ②
t_r	Reverse Recovery Time	—	56	84	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_r = 60A$
Q_r	Reverse Recovery Charge	—	110	170	nC	$di/dt = 100A/\mu\text{s}$ ③
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L_G+L_D)				

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
- ② Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 0.16\text{mH}$, $R_G = 25\Omega$, $I_{AS} = 60A$, $V_{GS} = 10V$ (See Figure 12)
- ③ This is a typical value at device destruction and represents operation outside rated limits.
- ④ This is a calculated value limited to $T_J = 175^\circ\text{C}$.
- ⑤ Calculated continuous current based on maximum allowable junction temperature. Package limitation current is 75A.
- ⑥ $I_{SD} \leq 60A$, $di/dt \leq 110A/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}$, $T_J \leq 175^\circ\text{C}$
- ⑦ Pulse width $\leq 400\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.

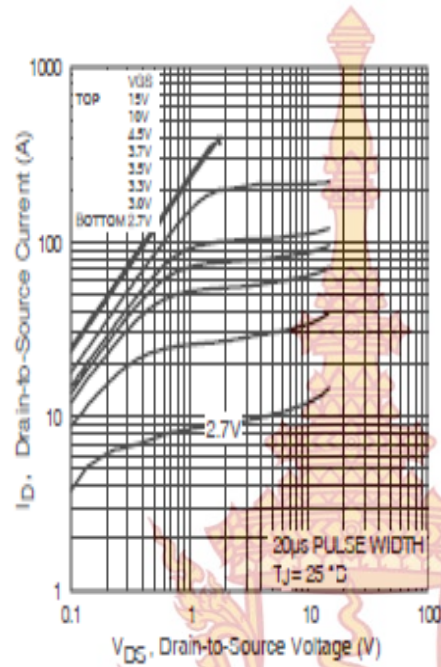


Fig 1. Typical Output Characteristics

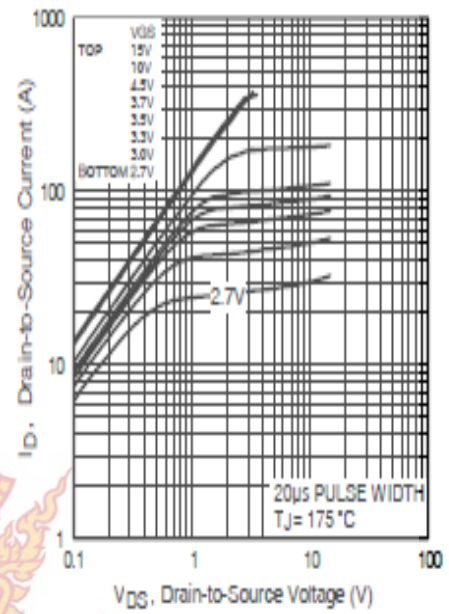


Fig 2. Typical Output Characteristics

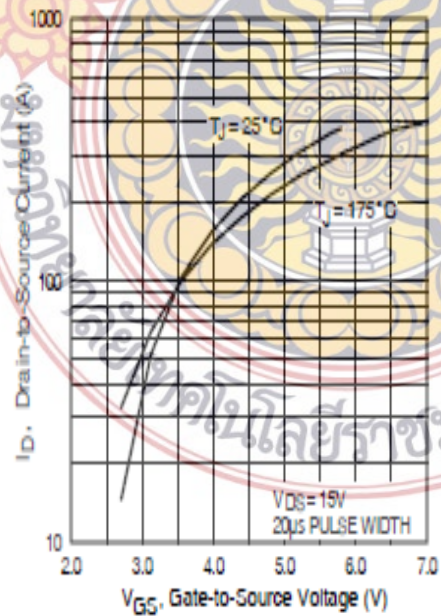


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

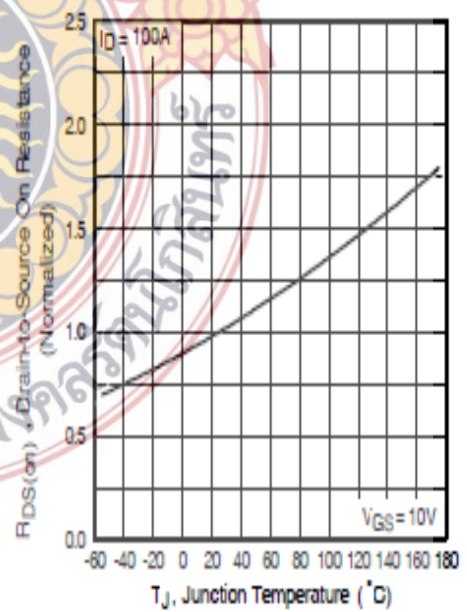


Fig 4. Normalized On-Resistance Vs. Temperature

IRL2203NPbF

International
IR Rectifier

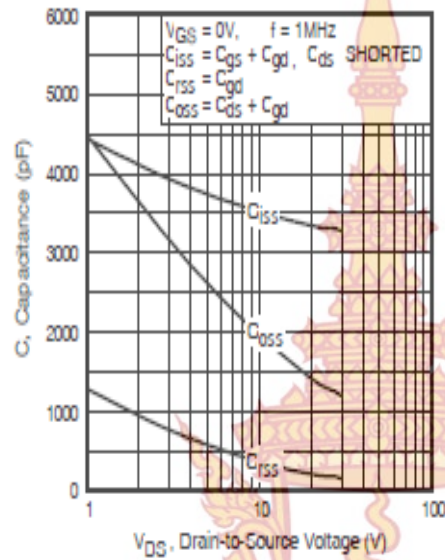


Fig 5. Typical Capacitance Vs. Drain-to-Source Voltage

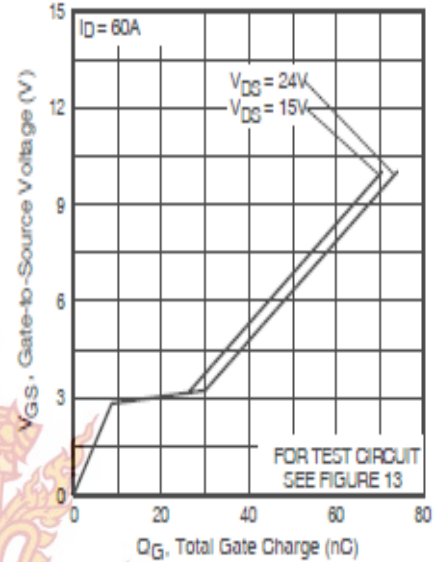


Fig 6. Typical Gate Charge Vs. Gate-to-Source Voltage

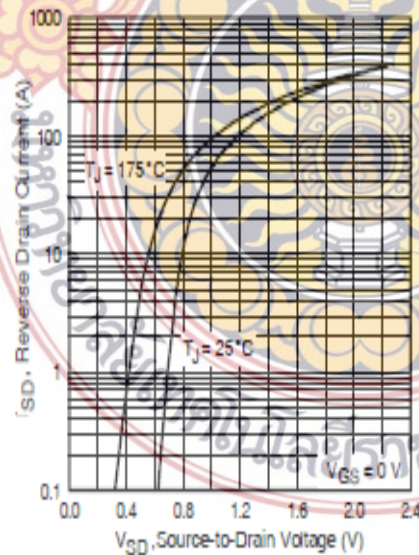


Fig 7. Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

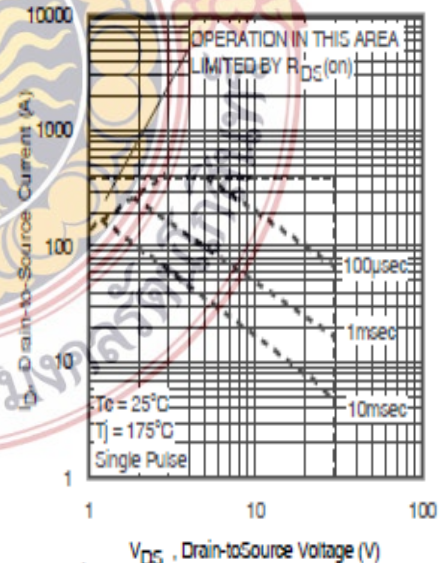


Fig 8. Maximum Safe Operating Area

International
IGR Rectifier

IRL2203NPbF

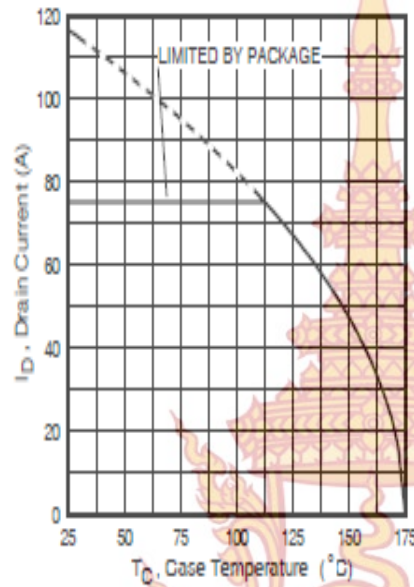


Fig 9. Maximum Drain Current Vs. Case Temperature

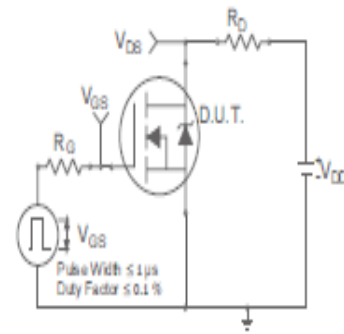


Fig 10a. Switching Time Test Circuit

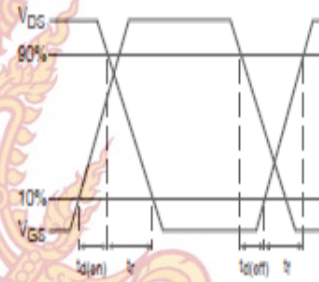


Fig 10b. Switching Time Waveforms

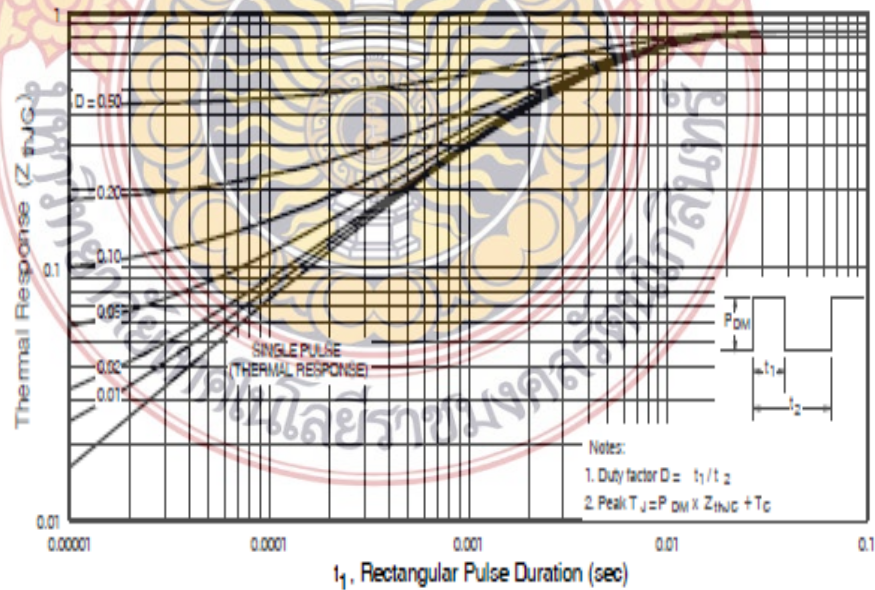


Fig 11. Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

IRL2203NPbF

International
IR Rectifier

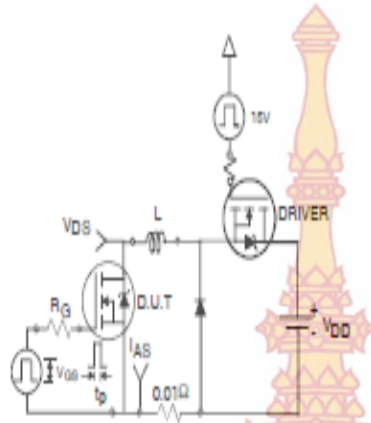


Fig 12a. Unclamped Inductive Test Circuit

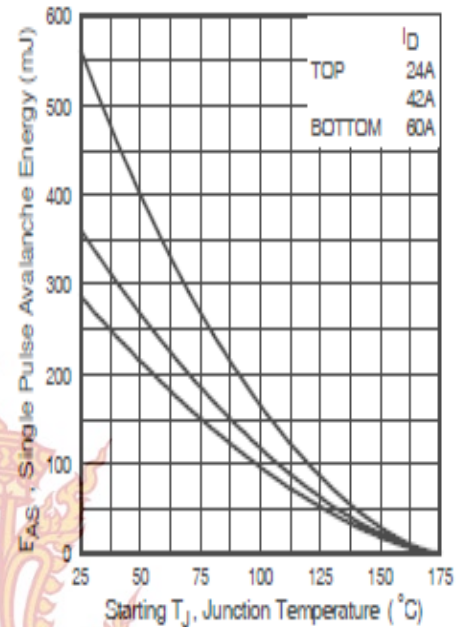


Fig 12c. Maximum Avalanche Energy Vs. Drain Current

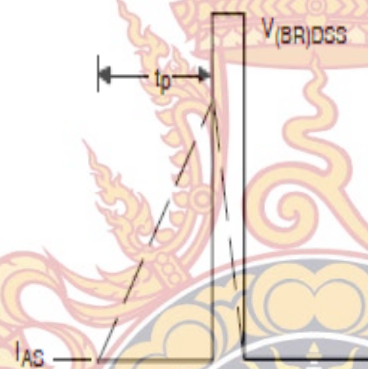


Fig 12b. Unclamped Inductive Waveforms

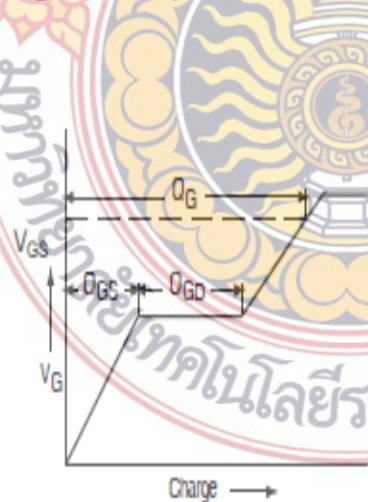


Fig 13a. Basic Gate Charge Waveform

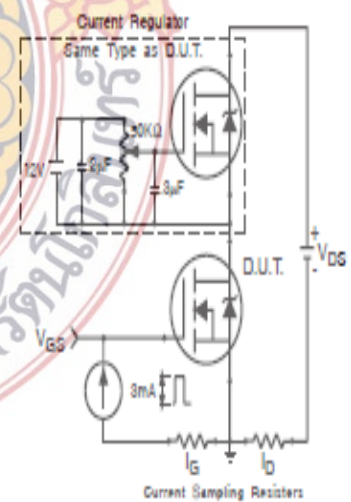


Fig 13b. Gate Charge Test Circuit

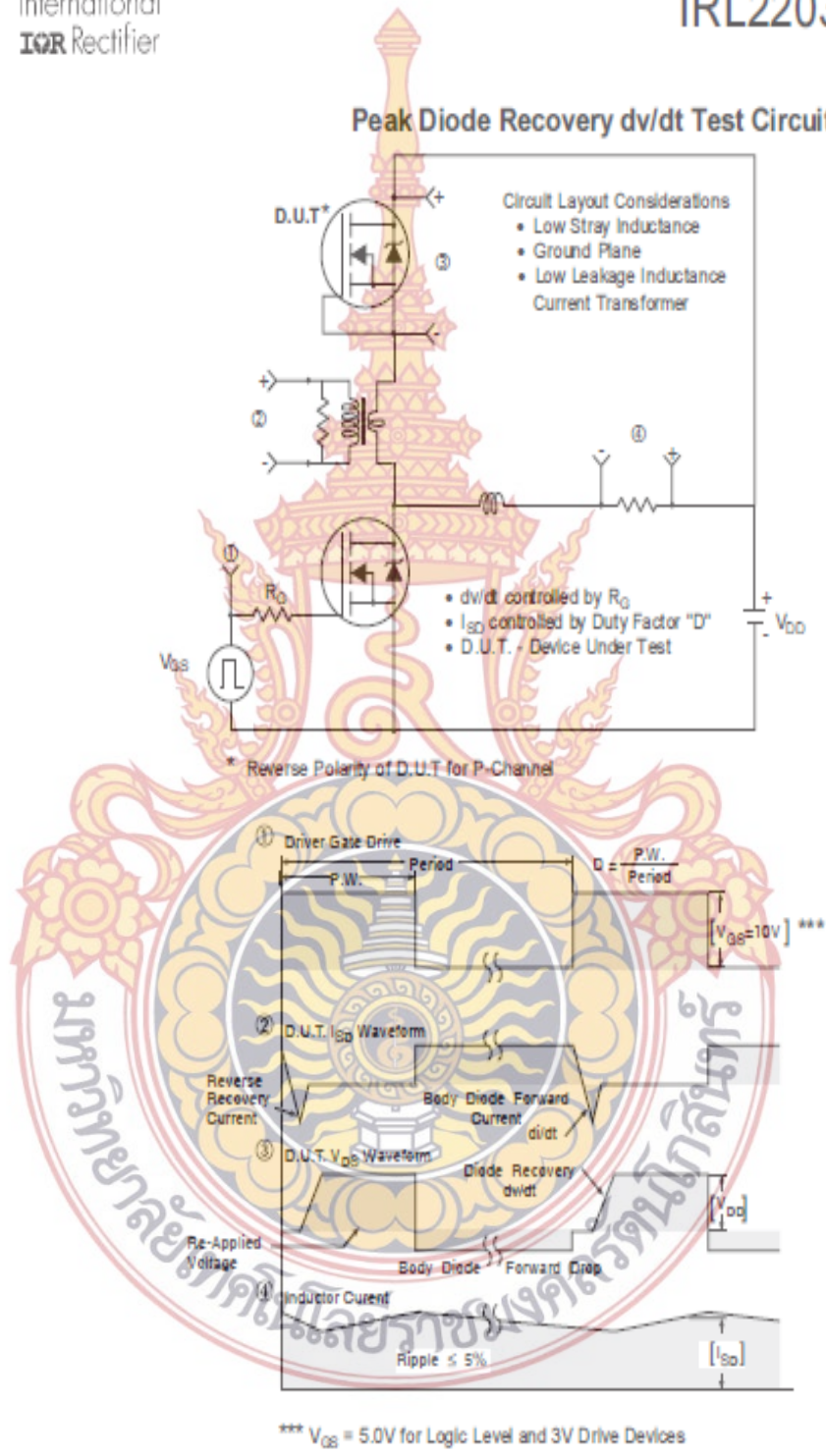


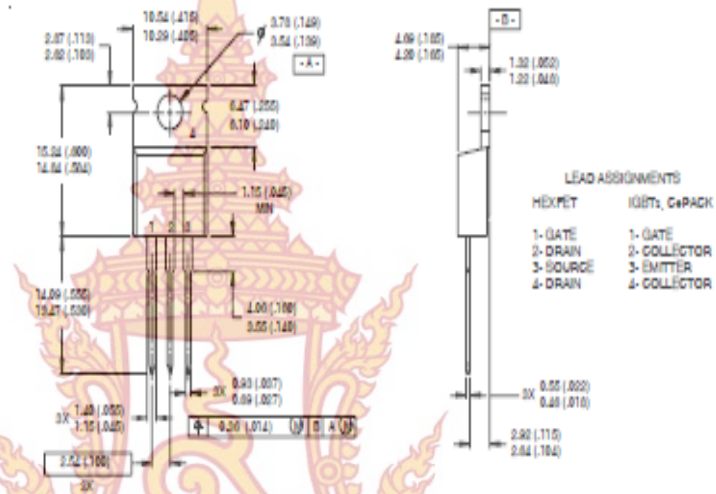
Fig 14. For N-channel HEXFET® power MOSFETs

IRL2203NPbF



TO-220AB Package Outline

Dimensions are shown in millimeters (inches)



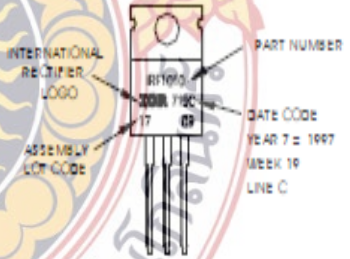
- NOTES:
- 1 DIMENSIONING & TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
 - 2 CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 - 3 OUTLINE CONFORMS TO JEDEC OUTLINE TO-220AB.
 - 4 HEAT-SINK & LEAD MEASUREMENTS DO NOT INCLUDE BURRS.

LEAD ASSIGNMENTS

HEXPET	IGBTs, CAPACK
1- GATE	1- GATE
2- DRAIN	2- COLLECTOR
3- SOURCE	3- EMITTER
4- DRAIN	4- COLLECTOR

TO-220AB Part Marking Information

EXAMPLE: THIS IS AN IRL2203
 LOT CODE 1788
 ASSEMBLED ON 11/16, 1997
 IN THE ASSEMBLY LINE 17
 Note: "P" in assembly line
 position indicates Lead-Free



Data and specifications subject to change without notice.
 This product has been designed and qualified for the industrial market.
 Qualification Standards can be found on IR's Web site.



IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
 TAC Fax: (310) 252-7903
 Visit us at www.irf.com for sales contact information. 01/04

TOSHIBA

TLP250

TOSHIBA Photocoupler GaAlAs Ired & Photo-IC

TLP250

Transistor Inverter
 Inverter For Air Conditionor
 IGBT Gate Drive
 Power MOS FET Gate Drive

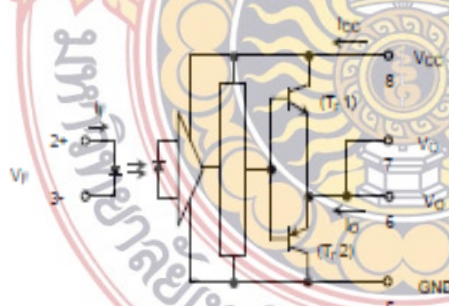
The TOSHIBA TLP250 consists of a GaAlAs light emitting diode and a integrated photodetector.
 This unit is 8-lead DIP package.
 TLP250 is suitable for gate driving circuit of IGBT or power MOS FET.

- Input threshold current: $I_F=5\text{mA}(\text{max.})$
- Supply current (I_{CC}): $11\text{mA}(\text{max.})$
- Supply voltage (V_{CC}): $10\text{--}35\text{V}$
- Output current (I_O): $\pm 1.5\text{A}(\text{max.})$
- Switching time (t_{pLH}/t_{pHL}): $1.5\mu\text{s}(\text{max.})$
- Isolation voltage: $2500\text{V}_{\text{rms}}(\text{min.})$
- UL recognized: UL1577, file No.E67349
- Option (D4) type
 VDE approved: DIN VDE0884/06.92, certificate No.76823
 Maximum operating insulation voltage: 630V_{PK}
 Highest permissible over voltage: 4000V_{PK}

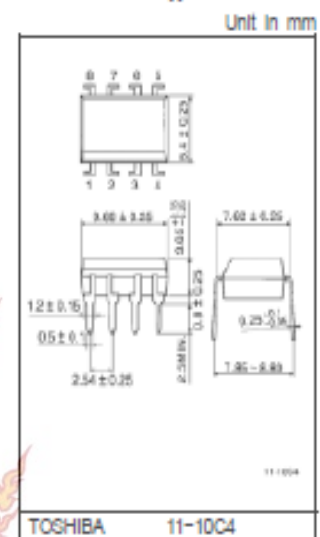
(Note) When a VDE0884 approved type is needed,
 please designate the "option (D4)"

- Creepage distance: $6.4\text{mm}(\text{min.})$
 Clearance: $6.4\text{mm}(\text{min.})$

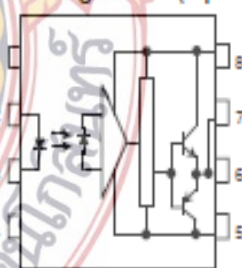
Schematic



A 0.1 μF bypass capacitor must be connected between pin 8 and 5 (See Note 5).

TOSHIBA 11-10C4
Weight 0.54 g

Pin Configuration (top view)



- 1: N.C.
- 2: Anode
- 3: Cathode
- 4: N.C.
- 5: GND
- 6: V_O (Output)
- 7: V_O
- 8: V_{CC}

Truth Table

	Tr1	Tr2
Input LED On	On	Off
Input LED Off	Off	On

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Characteristic		Symbol	Rating	Unit	
LED	Forward current	I_F	20	mA	
	Forward current derating (Ta ≥ 70°C)	$\Delta I_F / \Delta T_a$	-0.36	mA / °C	
	Peak transient forward current (Note 1)	I_{FPT}	1	A	
	Reverse voltage	V_{R1}	5	V	
	Junction temperature	Tj	125	°C	
Detector	"H" peak output current (P _W ≤ 2.5μs, f ≤ 15kHz) (Note 2)	I_{OPEH}	-1.5	A	
	"L" peak output current (P _W ≤ 2.5μs, f ≤ 15kHz) (Note 2)	I_{OPL}	+1.5	A	
	Output voltage	V_O	(Ta ≤ 70°C)	35	V
			(Ta = 85°C)	24	
	Supply voltage	V_{CC}	(Ta ≤ 70°C)	35	V
			(Ta = 85°C)	24	
	Output voltage derating (Ta ≥ 70°C)	$\Delta V_O / \Delta T_a$	-0.73	V / °C	
	Supply voltage derating (Ta ≥ 70°C)	$\Delta V_{CC} / \Delta T_a$	-0.73	V / °C	
Junction temperature	Tj	125	°C		
Operating frequency (Note 3)	f	25	kHz		
Operating temperature range	T _{opr}	-20~85	°C		
Storage temperature range	T _{stg}	-55~125	°C		
Lead soldering temperature (10 s)	T _{sol}	250	°C		
Isolation voltage (AC, 1 min., R.H. ≤ 60%) (Note 5)	BV _{IS}	2500	Vrms		

Note 1: Pulse width P_W ≤ 1μs, 300pps

Note 2: Exponential waveform

Note 3: Exponential waveform, I_{OPEH} ≤ -1.0A (≤ 2.5μs), I_{OPL} ≤ +1.0A (≤ 2.5μs)

Note 4: It is 2 mm or more from a lead root.

Note 5: Device considered a two terminal device; Pins 1, 2, 3 and 4 shorted together, and pins 5, 6, 7 and 8 shorted together.

Note 6: A ceramic capacitor(0.1μF) should be connected from pin 6 to pin 5 to stabilize the operation of the high gain linear amplifier. Failure to provide the bypassing may impair the switching property. The total lead length between capacitor and coupler should not exceed 1cm.

Recommended Operating Conditions

Characteristic	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	
Input current, on (Note 7)	$I_{I(ON)}$	7	8	10	mA	
Input voltage, off	$V_{I(OFF)}$	0	—	0.8	V	
Supply voltage	V_{CC}	15	—	30	V	
				20		
Peak output current	$I_{OPEH/OPL}$	—	—	±0.5	A	
Operating temperature	T _{opr}	-20	25	70	85	°C

Note 7: Input signal rise time (fall time) < 0.5 μs.

TOSHIBA

TLP250

Electrical Characteristics (Ta = -20~70°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Cir-cuit	Test Condition	Min.	Typ.*	Max.	Unit	
Input forward voltage	V _F	—	I _F = 10 mA, Ta = 25°C		1.6	1.8	V	
Temperature coefficient of forward voltage	ΔV _F / ΔTa	—	I _F = 10 mA	—	-2.0	—	mV / °C	
Input reverse current	I _R	—	V _R = 5V, Ta = 25°C		—	10	μA	
Input capacitance	C _F	—	V = 0, f = 1MHz, Ta = 25°C	—	45	250	pF	
Output current	"H" level	I _{OPH}	3	V _{CC} = 30V (*)	I _F = 10 mA V _{GS} = 4V	-0.5	-1.5	A
	"L" level	I _{OPL}	2		I _F = 0 V _{GS} = 2.5V	0.5	2	
Output voltage	"H" level	V _{OH}	4	V _{CC1} = +15V, V _{EE1} = -15V R _L = 200Ω, I _F = 5mA	11	12.8	—	V
	"L" level	V _{OL}	5	V _{CC1} = +15V, V _{EE1} = -15V R _L = 200Ω, V _F = 0.8V	—	-14.2	-12.5	
Supply current	"H" level	I _{CC1}	—	V _{CC} = 30V, I _F = 10mA Ta = 25°C	—	7	—	mA
	"L" level	I _{CC2}	—	V _{CC} = 30V, I _F = 0mA Ta = 25°C	—	—	11	
		I _{CC3}	—	V _{CC} = 30V, I _F = 0mA	—	—	11	
Threshold input current	"Output L→H"	I _{IHL}	—	V _{CC1} = +15V, V _{EE1} = -15V R _L = 200Ω, V _O > 0V	—	1.2	5	mA
Threshold input voltage	"Output H→L"	V _{IHL}	—	V _{CC1} = +15V, V _{EE1} = -15V R _L = 200Ω, V _O < 0V	0.8	—	—	V
Supply voltage	V _{CC}	—	—	10	—	35	V	
Capacitance (Input-output)	C _S	—	V _S = 0, f = 1MHz Ta = 25°C	—	1.0	2.0	pF	
Resistance (input-output)	R _S	—	V _S = 500V, Ta = 25°C R _H ≤ 60%	1 × 10 ¹²	10 ¹⁴	—	Ω	

* All typical values are at Ta = 25°C. (*): Duration of I_O time = 50μs

TOSHIBA

TLP250

Switching Characteristics (Ta = -20~70°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	Test Cir-cuit	Test Condition	Min.	Typ.*	Max.	Unit
Propagation delay time	L→H	t_{pLH}	$I_f = 8\text{mA}$ (Note 7) $V_{CC1} = +15\text{V}, V_{EE1} = -15\text{V}$ $R_L = 200\Omega$	—	0.15	0.5	μs
	H→L	t_{pHL}		—	0.15	0.5	
Output rise time	t_r	6		—	—	—	
Output fall time	t_f	6		—	—	—	
Common mode transient immunity at high level output	C_{MH}	7	$V_{CM} = 600\text{V}, I_f = 8\text{mA}$ $V_{CC} = 30\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$	-5000	—	—	V / μs
Common mode transient immunity at low level output	C_{ML}	7	$V_{CM} = 600\text{V}, I_f = 8\text{mA}$ $V_{CC} = 30\text{V}, T_a = 25^\circ\text{C}$	5000	—	—	V / μs

* All typical values are at Ta = 25°C

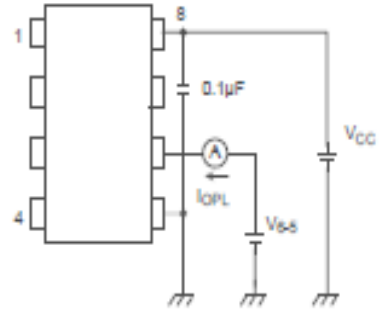
Note 7: Input signal rise time (fall time) < 0.5 μs .

TOSHIBA**TLP250**

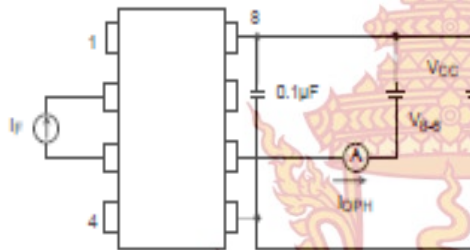
Test Circuit 1 :



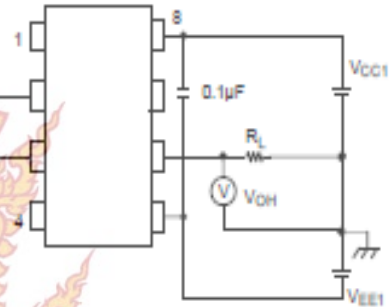
Test Circuit 2 : IOPL



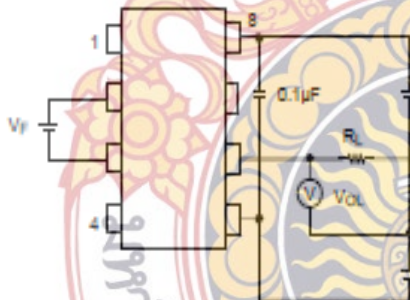
Test Circuit 3 : IOPH



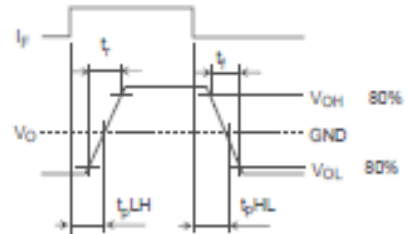
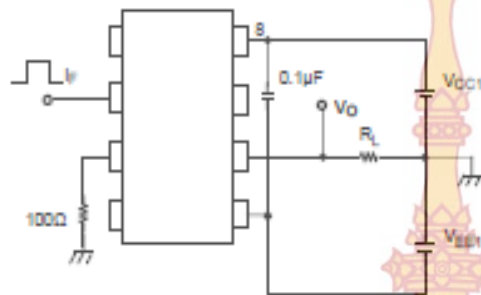
Test Circuit 4 : VOH



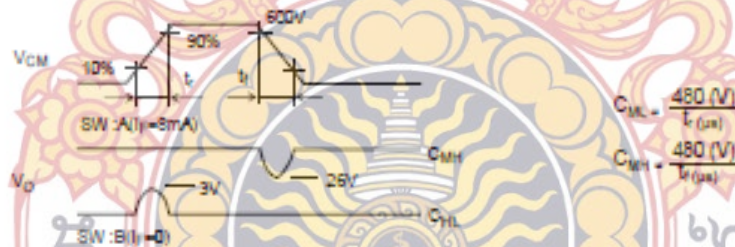
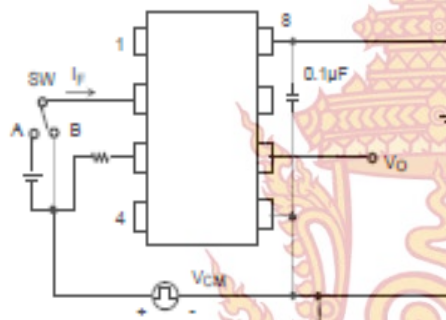
Test Circuit 5 : VOL



Test Circuit 6: t_{pLH} , t_{pHL} , t_r

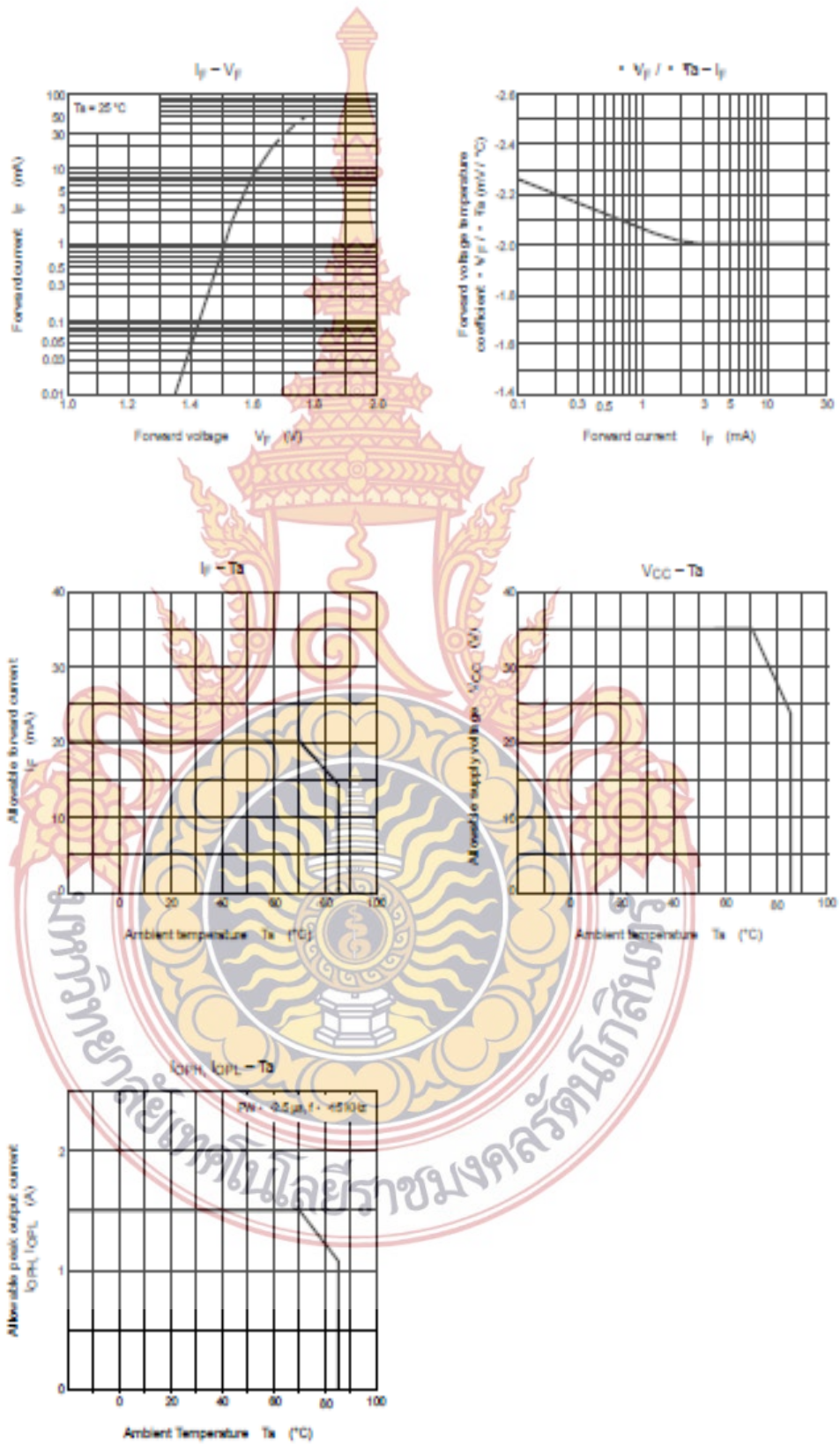


Test Circuit 7: C_{MH} , C_{ML}



C_{ML} (C_{MLH}) is the maximum rate of rise (fall) of the common mode voltage that can be sustained with the output voltage in the low (high) state.





เอกสารอ้างอิง

1. ไฟฟ้าสถิต. [ออนไลน์]. <http://weerajit14.blogspot.com/>
[12 กันยายน 2557]
2. ฝุ่นละออง. [ออนไลน์]. <http://www.vachiraphuket.go.th/www/public-health/?name=knowledge&file=readknowledge&id=290>
[12 กันยายน 2557]
3. ฝุ่นกับไฟฟ้าสถิต. [ออนไลน์]. <http://www.csc-biz.com/thai/dust3.html>
[12 กันยายน 2557]
4. พัดลมดูดอากาศ. [ออนไลน์]. <http://www.aliexpress.com/item/MOTOR-ONE-3010-D03F05MWB-8-5V-0-12A-Cooling-Fan-computer-fan/449099194.html>
[3 ตุลาคม 2557]
5. หม้อแปลงไฟฟ้า. [ออนไลน์]. <http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-08.html>
[3 ตุลาคม 2557]
6. เครื่องดักฝุ่นไฟฟ้าสถิตในโรงงานอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. <http://www.thaieditorial.com/>
หลักการการทำงานของเครื่อง/
[3 ตุลาคม 2557]
7. สำรวย สังข์สะอาด. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
8. ศราวุฒิ คลีสุวรรณ. เอกสารการสอนวิชา “วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง 1.” คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.