

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลกระทบของคลื่นสัญญาณอาร์เอฟไอดีกับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ ไร้พร็อพด้วยวิธีไฟไนท์อีลิเมนต์ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ผู้จัดทำได้ดำเนินการตามขั้นตอน การศึกษา ดังนี้คือ

- 3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบอาร์เอฟไอดี
- 3.2 รูปแบบการจำลองผลการทดลอง
- 3.3 กำหนดหากระแสที่จ่ายให้กับตัวอ่านข้อมูล(Reader)
- 3.4 การสร้างแบบจำลองระบบอาร์เอฟไอดีด้วยโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์
- 3.5 การจำลองวิธีการป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมาจากระบบอาร์เอฟไอดี
- 3.6 ทดสอบคุณสมบัติของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไร้พร็อพ
- 3.7 การทดสอบการแพร่กระจายสัญญาณที่ออกมาจากตัวอ่านข้อมูล(Reader)
- 3.8 การทดสอบวัดปริมาณสนามแม่เหล็กที่ออกมาจากตัวอ่านข้อมูล(Reader)



3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบอาร์เอฟไอดี

ตัวอ่านข้อมูล(Reader)

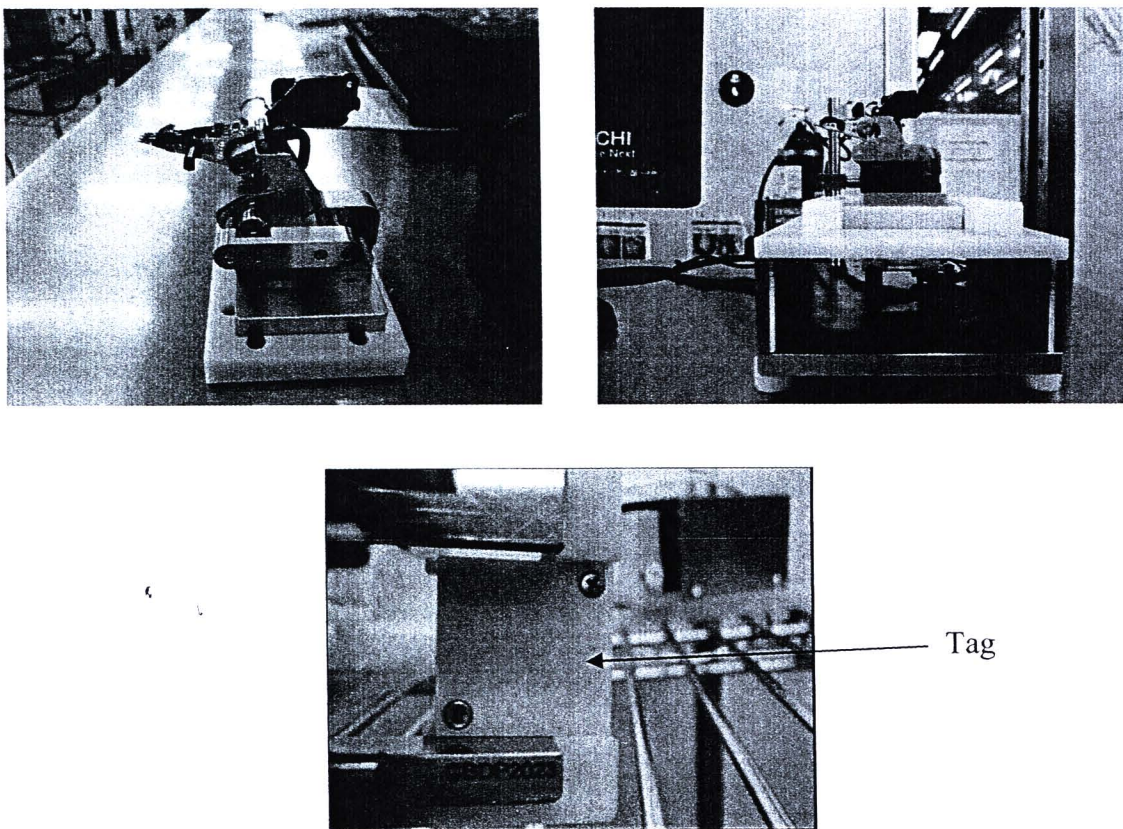
- ย่านความถี่ HF ที่ 13.56MHz
- ระยะการสื่อสารข้อมูล ~80mm
- ไฟเลี้ยงวงจร DC 4.8~5.5V
- ขนาด 55×55mm

ตัวรับ-ส่งข้อมูล(Tag)

- มาตรฐาน 15693 แบบ Passive
- ความถี่ 13.56MHz
- ขนาด 22×3mm

3.2 รูปแบบการจำลองผลการทดลอง

ค่าที่กำหนดในการออกแบบจำลองผลอาร์เอฟไอดี โดยให้กระแสที่ให้กับตัวอ่านข้อมูล(Reader) เท่ากับ 3mA ที่ความถี่ 13.56MHz รัศมีของตัวอ่านข้อมูล(Reader) 23.125mm พันจำนวน 7 รอบ รัศมีของตัวรับ-ส่งข้อมูล (Reader) 11mm พันจำนวน 10 รอบ โดยตำแหน่งการวางดังรูปที่ 3



รูปที่ 3.3 ภาพจริงของตัวอ่านข้อมูล ตัวรับ-ส่งข้อมูล และหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

3.3 คำนวณหากระแสที่จ่ายให้กับตัวอ่านข้อมูล (Reader)

เราจะอาศัยทฤษฎีแรงเคลื่อนที่เกิดบนขดลวดเพื่อนำมาหากระแสที่จ่ายให้กับสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล(Reader) โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ทำการพันขดลวดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 42×45mm จำนวน 13 รอบ
2. ทำการจ่ายไฟเลี้ยงและต่อสายสัญญาณให้กับตัวอ่านข้อมูล
3. นำขดลวดสี่เหลี่ยมไปวางบนตัวอ่านข้อมูล(Reader) จากนั้นนำออสซิลโลสโคปมาวัดสัญญาณ
4. นำแรงดันที่ได้ไปคำนวณสนามแม่เหล็ก

$$B = \frac{emf}{AN2\pi f}$$

5. นำค่าที่ได้จากข้างต้นคำนวณหากระแสที่จ่ายให้กับตัวอ่านข้อมูล (Reader)

เมื่อให้

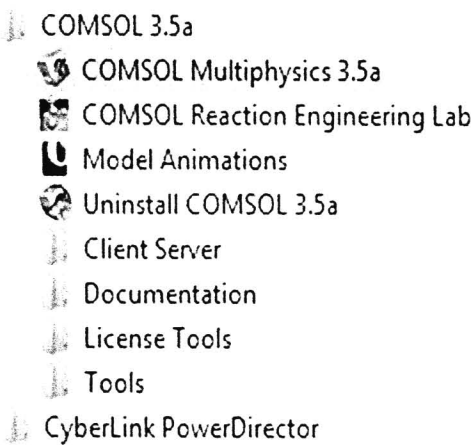
$$B = \mu H \quad ; H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$$H = \frac{IN}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \alpha_1)\hat{a}_\phi$$
$$\therefore I = \frac{4H\pi\rho}{N(\sin\alpha_2 - \alpha_1)\hat{a}_\phi}$$

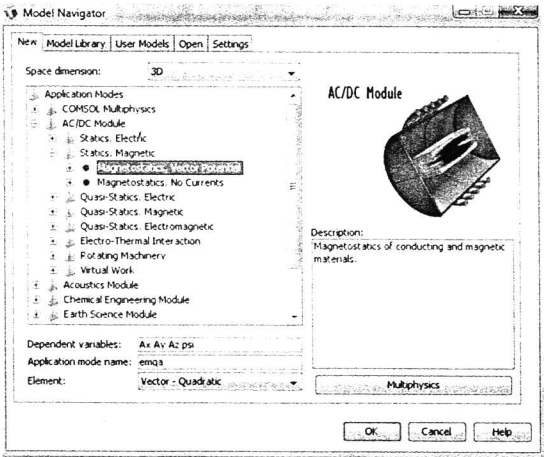
3.4 การสร้างแบบจำลองระบบอาร์เอฟไอดีด้วยโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์

การสร้างแบบจำลองระบบอาร์เอฟไอดีมีขั้นตอนดังนี้

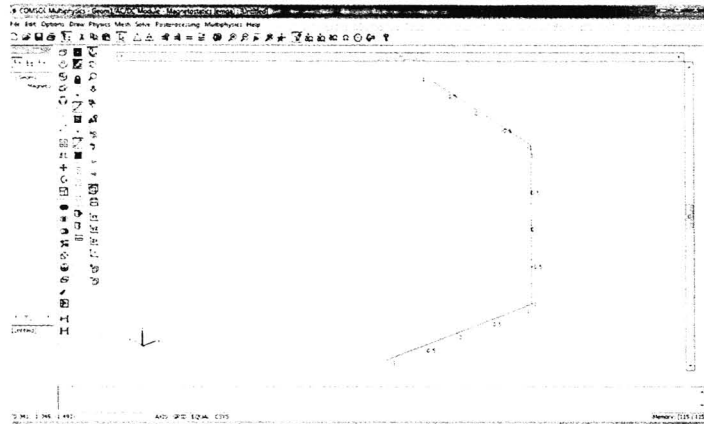
1. คลิก Start => All Programs => COMSOL Multiphysics 3.5a



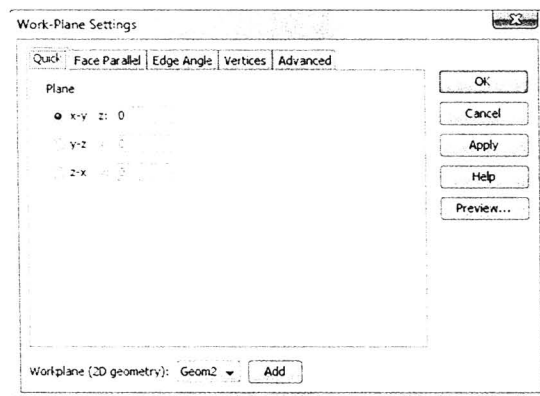
2. เลือกเมนู New ที่ Space dimension => 3D จากนั้นให้ไปที่ Application Modes => AC/DC Module
=>Static Magnetic => Magnetics, Vector Potential



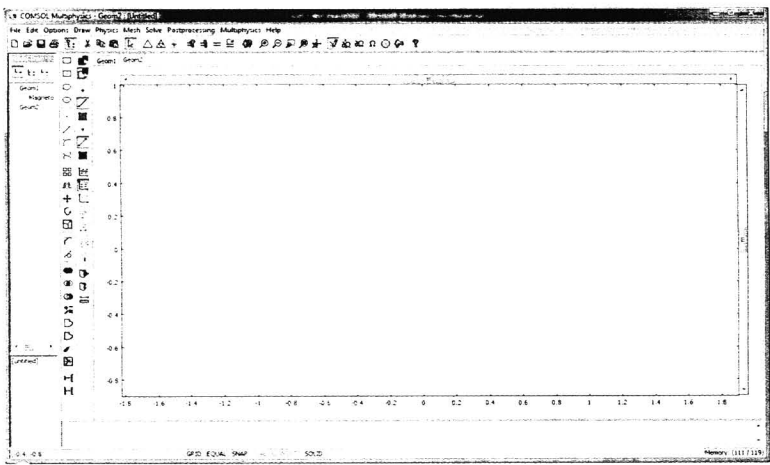
3. จากนั้นเราจะได้น้ำต่างของ Model 3D ที่เราได้เลือกไว้



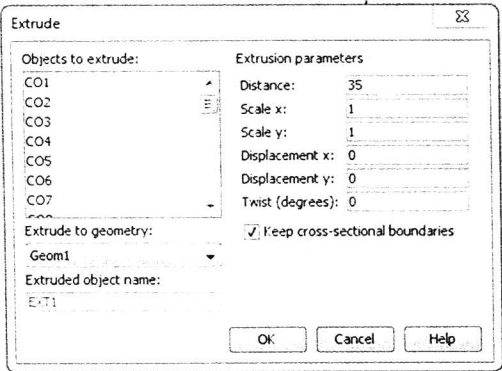
4. เราจะทำการวาดสายอากาศตัวอ่านข้อมูล (Reader) โดยทำการวาดภาพที่ 2D แล้วทำการ Extrude ไปยังหน้า 3D ให้ทำการไปที่เมนู Draw => Work-Plane Settings ที่เมนู Quick => x-y, z : 0 => OK



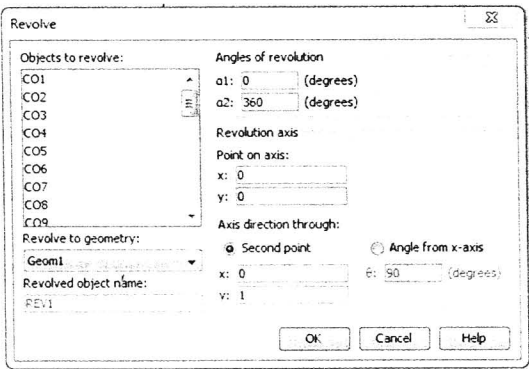
5. เมื่อทำขั้นตอนที่ 3 แล้วเราจะได้อีกหน้าต่างเพิ่มขึ้นมาชื่อว่า Geom2 ซึ่งหน้าต่างนี้เราจะทำการวาดภาพในลักษณะที่เป็น 2D โดยเราจะทำการวาดรูปของสายอากาศตัวอ่านข้อมูล(Reader) ตัวรับ-ส่งข้อมูล (Tag) และกรอบสี่เหลี่ยมคลุมวัตถุทั้ง 2 ชิ้น



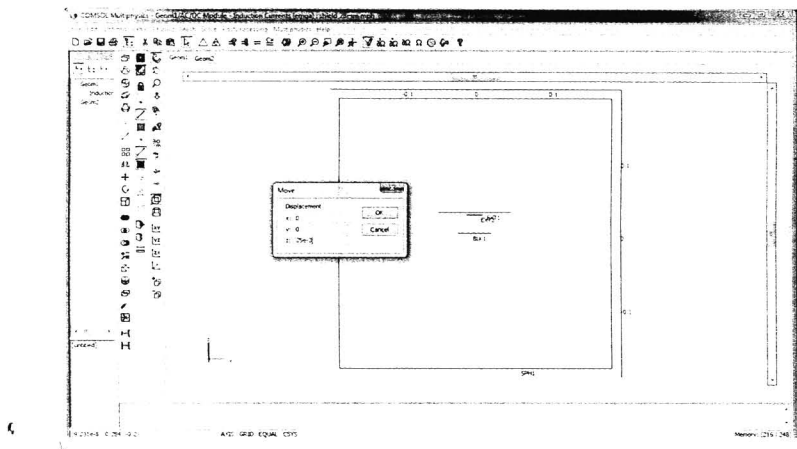
5.1 ตัวอ่านข้อมูล(Reader) ไปที่เมนู Draw => Extrude ที่ Extrusion parameters => Distance ให้ป้อนค่า 35um



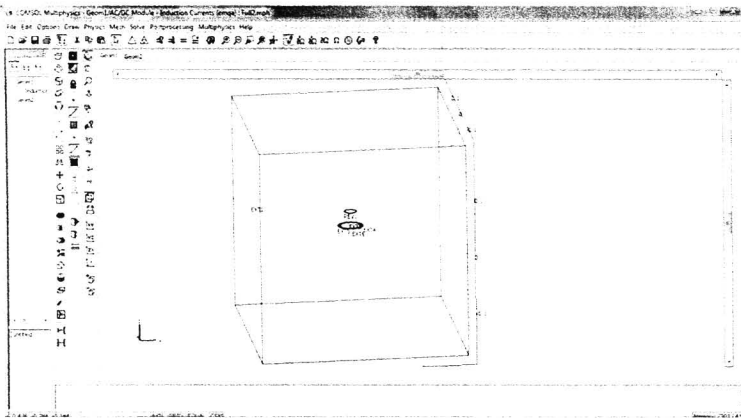
5.2 ตัวรับ-ส่งข้อมูล (Tag) ไปที่ Draw => Revolve => OK



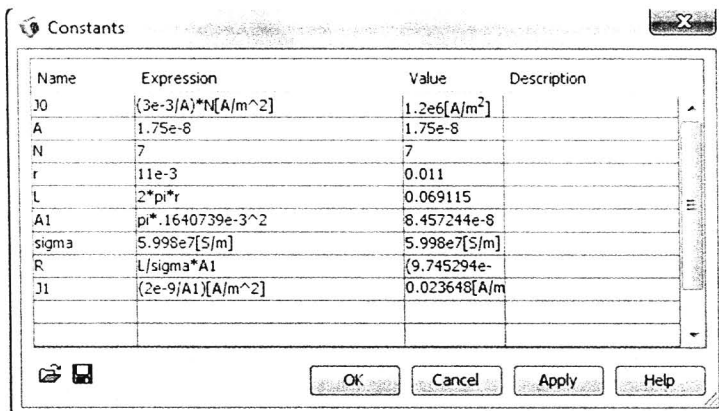
5.3 ตั้งค่าระยะห่างระหว่างตัวรับ-ส่งสัญญาณ โดยเลือกวัตถุที่เป็นตัวรับ-ส่งข้อมูล (Tag) => คลิก Move => ใส่ค่าระยะห่าง (Distance) เท่ากับ 25 mm



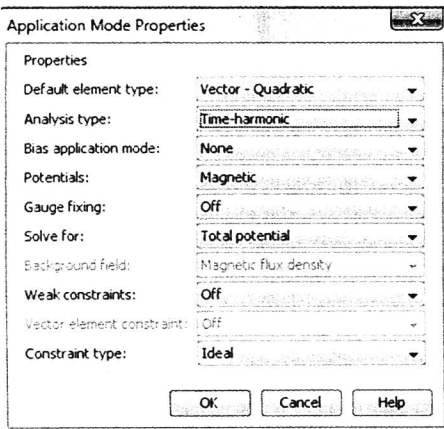
5.4 กรอบสี่เหลี่ยมไปที่เมนู Draw => Extrude ที่ Extrusion parameters => Distance ให้ป้อนค่า 462.5mm



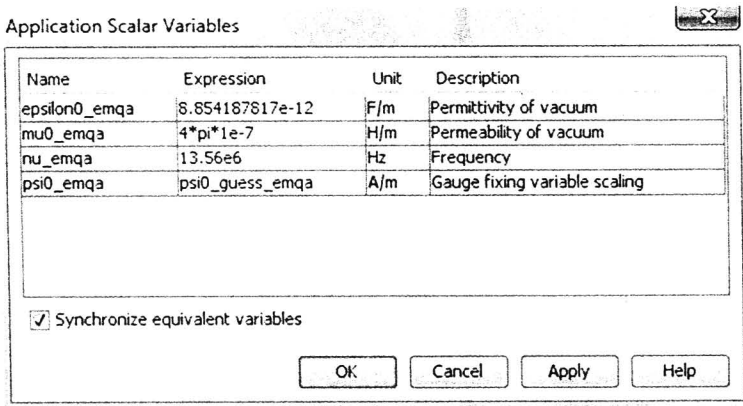
5. ทำการกำหนดตัวแปรเพื่อให้โปรแกรมนำไปคำนวณ โดยไปที่ Option => Constants ทำการป้อนค่าตัวแปร เมื่อเสร็จแล้วคลิก OK



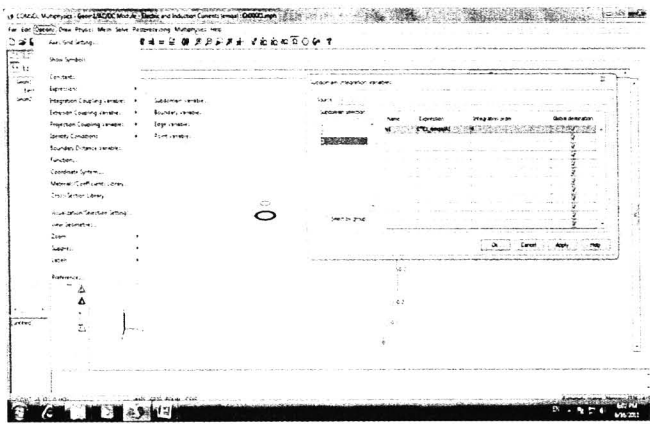
6. รูปแบบในการวิเคราะห์การจำลองผล Physics => Properties => Analysis type : Time-harmonic



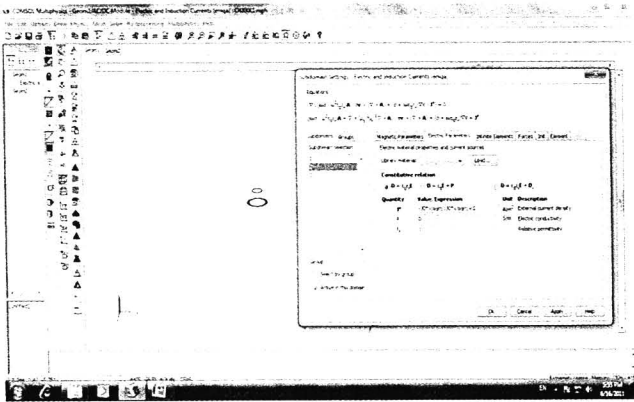
7. เปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการจำลองผลการทดลอง Physics => Scalar Variables => nu_emqa : 13.56 MHz



8. Options => Integration Coupling Variables => Subdomain Variables ให้เลือกตัวรับ-ส่งสัญญาณ (Tag) ที่ Name ป้อน v1 และ Expression ป้อน $L \cdot E_z_emqa / A1$ เพื่อให้ขดลวดของตัวอ่านข้อมูลกับตัวรับ-ส่งสัญญาณเกิดการเหนี่ยวนำกัน



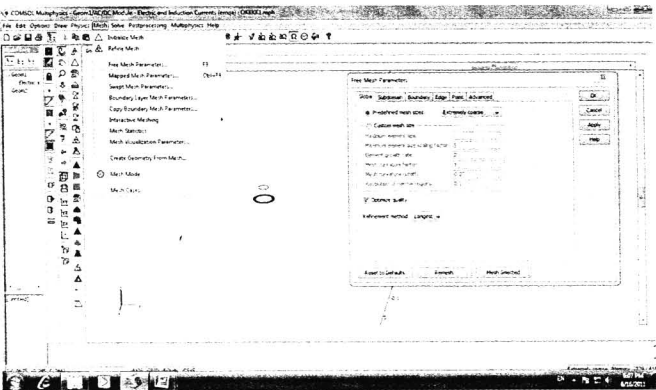
9. Physics => Subdomain Setting เลือกตัวอ่านข้อมูล(Reader) เลือกเมนู Electric Parameter ให้ไปที่ J_z ให้ป้อนค่า x : $-J_0*y/\sqrt{x^2+y^2}$, y : $J_0*x/\sqrt{x^2+y^2}$, z : 0



10. Mesh => Free Mesh Parameters ที่เมนู Global => Predefined mesh size เลือก Extremely coarse

10.1 Subdomain => Subdomain select 2 => Maximum element size ป้อนค่า 10e-3

=> Subdomain select 3 => Maximum element size ป้อนค่า 500e-6



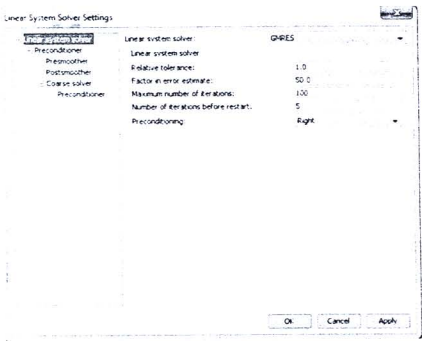
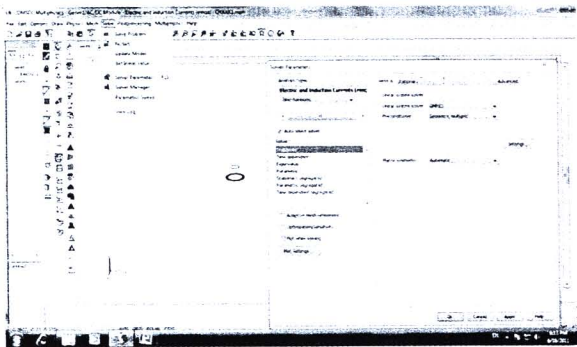
11. Solve => Solve Parameters

11.1 Analysis Types => Time-harmonic

11.2 General => Linear system solver => GMRES

11.3 General => Setting ให้ทำการตั้งค่าดังรูป

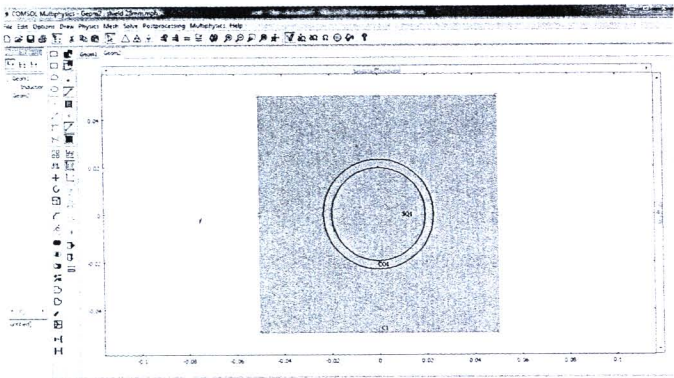
12. คลิก Solve Problem



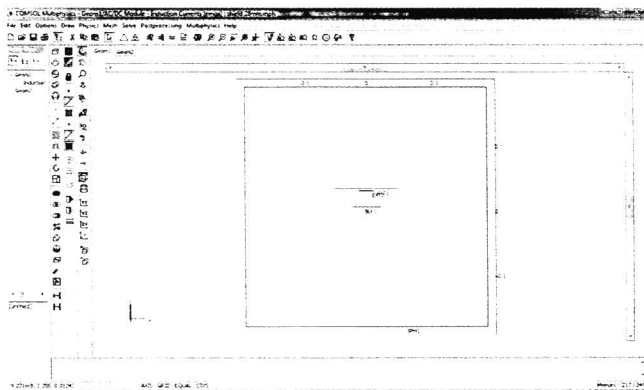
3.5 การจำลองวิธีการป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมาจากระบบอาร์เอฟไอดี

การป้องกันสนามแม่เหล็กจะใช้วัสดุ Mu-metal โดยมีค่า $\sigma = 1.9e6$ S/m และ $\mu_r = 100,000$ มาใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อลดปริมาณสนามแม่เหล็ก โดยมีขั้นตอนดังนี้

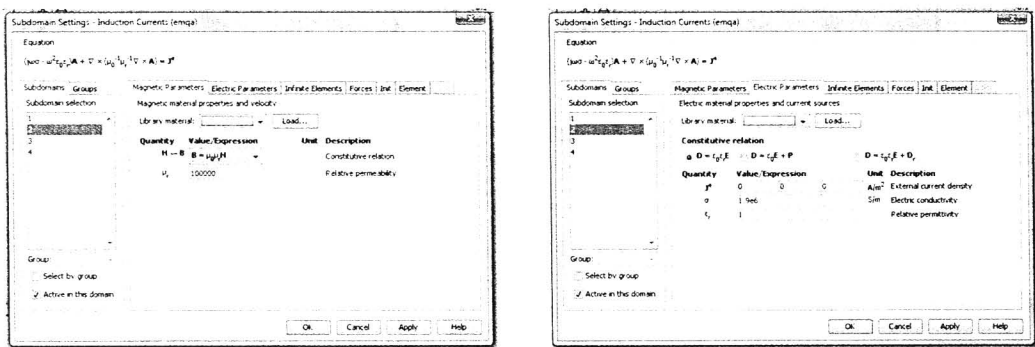
- 1. ทำการวาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 100×100mm ที่โหมด 2D โดยเลือก Geom 2



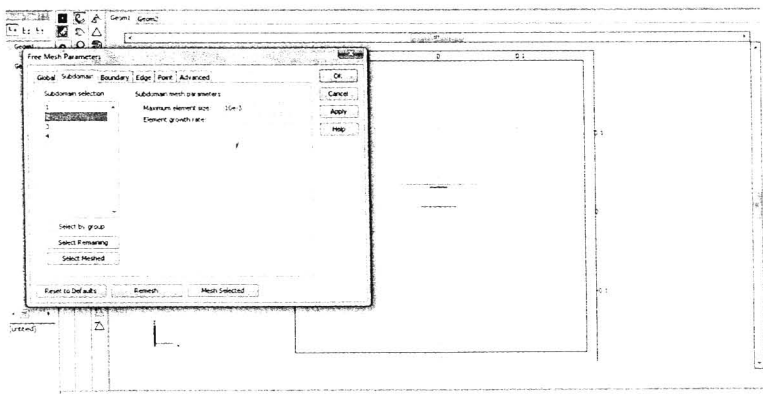
2. ทำการเลือก Draw => Extrude => Distance 125 μ m
- Move => z = 26-32mm



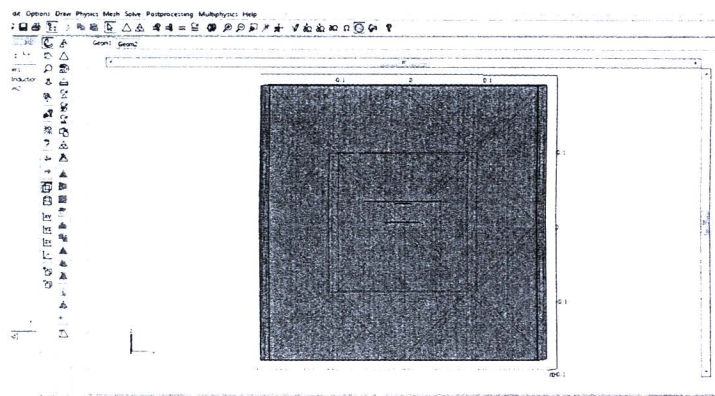
3. ตั้งค่าวัสดุของแผ่นที่นำมาป้องกันสนามแม่เหล็ก โดยใช้วัสดุ Mu-metal โดยมีค่า $\sigma = 1.9e6$ S/m และ $\mu_r = 100,000$



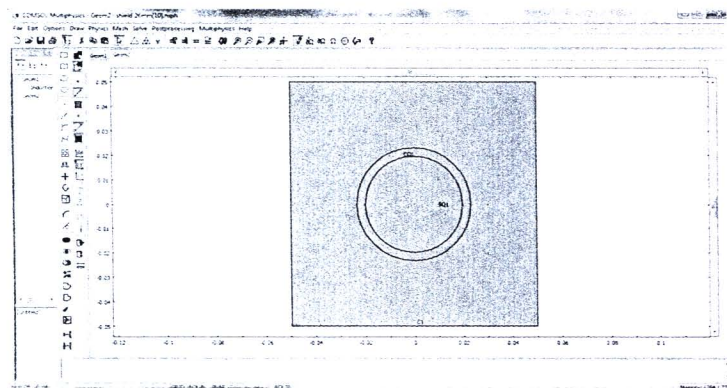
4. Mesh => Free Mesh Parameters Subdomain => เลือกแผ่น Mu-metal => Maximum element size ป้อนค่า 10mm



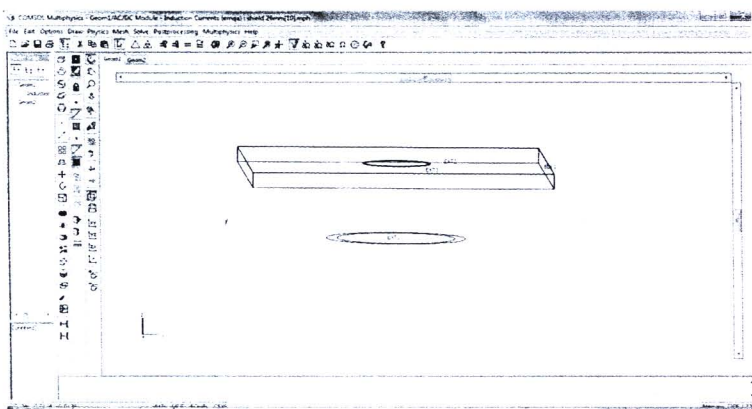
5. เลือก Remesh



6. ทำการวาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 100×100mm ความหนาของแผ่นวัสดุป้องกันสนามแม่เหล็ก 125 μm ที่โหมด 2D โดยเลือก Geom 2 โดยจะมีลักษณะเป็นกล่องครอบทั้งห้าด้าน



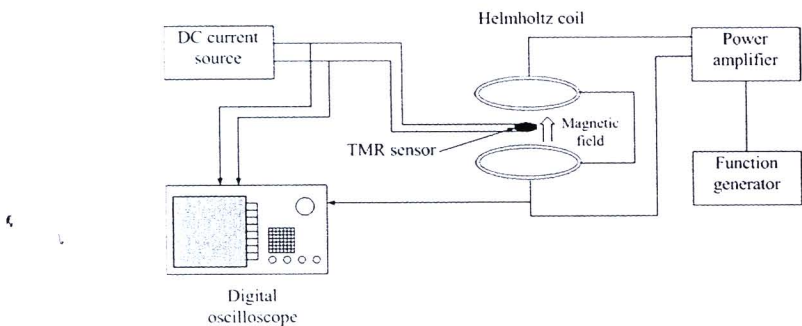
7. ทำการเลือก Draw => Extrude => Distance 125 μm
Move => z = 26-32mm



8. ทำซ้ำข้อที่ 3-5

3.6 ทดสอบคุณสมบัติของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

การทดสอบคุณสมบัติของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้เครื่องทดสอบ Quasi Tester มาช่วยในการทดสอบ โดยเครื่อง Quasi Tester โดยหลักการจะประกอบด้วยชุดหลอดเฮล์มโฮลทซ์ที่เอาแหล่งจ่ายจากภายนอกให้กับชุดหลอด จากนั้นวางหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในแนวแกนที่นำไปใช้งานจริง ซึ่งจะนำผลที่ได้ไปพิจารณาถึงค่าความอึดตัวของสนามแม่เหล็กที่หัวอ่านจะรับได้ ซึ่งขั้นตอนในการทดสอบดังนี้



รูปที่ 3.4 การทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้เครื่องทดสอบ Quasi Tester

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหัวอ่านโดยใช้เครื่องทดสอบ Quasi Tester

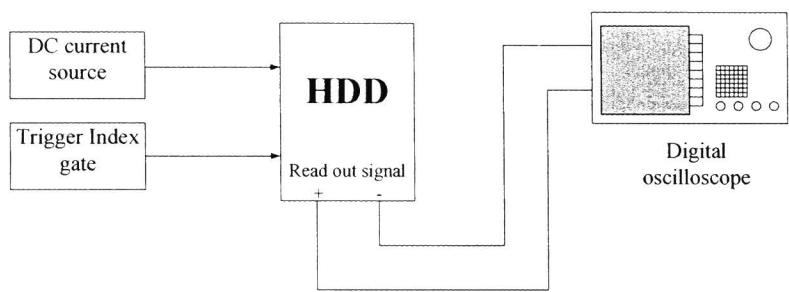
- 1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง
- 2. ออสซิลโลสโคป
- 3. หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
- 4. แหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่



ลำดับขั้นตอนในการทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

- 1. ทำการป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับชุดหลอด Helmholtz ของชุดหลอด Quasi Tester
- 2. ทำการป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
- 3. วางหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของชุดหลอด
- 4. ทำการวัดแรงดันอินพุตที่ชุดหลอด Helmholtz แล้วทำการบันทึกรูปภาพ
- 5. ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตที่ตุ๊กครอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ แล้วทำการบันทึกรูปภาพ

การวัดสัญญาณที่หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยทำการปรับความเร็วของสปินที่ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งเราจะนำฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่นำไปใช้งานจริงมาใช้ในการทดสอบ ซึ่งจะเป็นการหมุนของสปินที่จำนวน 5,400 รอบแล้วทำการวัดสัญญาณที่ได้จากหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตามรูปที่ 3.5 และมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3.5 การวัดสัญญาณที่หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไทร์เมื่อปรับความเร็วสปีน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหัวอ่านโดยใช้ขดลวดHelmholtz

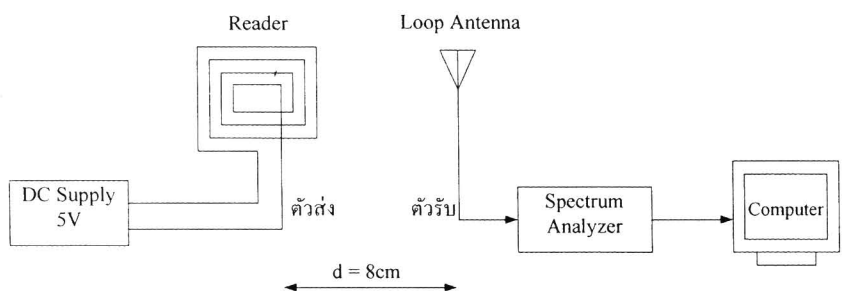
- 1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง
- 2. ออสซิลโลสโคป
- 3. ฮาร์ดดิสก์ไทร์
- 4. Trigger Index gate

ขั้นตอนในการทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไทร์โดยการปรับความเร็วรอบของสปีนที่ตัวฮาร์ดดิสก์ไทร์

- 1. ทำการป้อนแหล่งจ่ายให้กับตัวฮาร์ดดิสก์ไทร์
- 2. ปรับความเร็วรอบของสปีนที่ความเร็วรอบ 5400rpm, 5370rpm, 5430rpm
- 3. วัดสัญญาณที่ $\pm$ Read out signal ที่ตัวฮาร์ดดิสก์ไทร์
- 4. บันทึกรูปสัญญาณ

3.7 การทดสอบการแพร่กระจายสัญญาณที่ออกมาจากตัวอ่านข้อมูล(Reader)

การทดสอบการแพร่กระจายสัญญาณของตัวอ่านข้อมูล(Reader) โดยมีวิธีการทดสอบดังรูปที่3.6 และรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.6 โครงสร้างการทดสอบหาการแพร่คลื่นของระบบอาร์เอฟไอดี

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

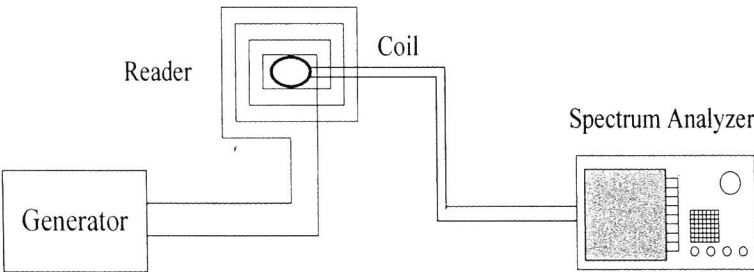
- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์ | 1 เครื่อง |
| 2. สายอากาศตัวอ่านข้อมูล(Reader) | 1 ตัว |
| 3. สายอากาศแบบลูป | 1 ตัว |
| 4. เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม | 1 เครื่อง |

ลำดับขั้นตอนในการทดสอบการแพร่กระจายคลื่นของระบบอาร์เอฟไอดี

1. ทำการป้อนไฟกระแสตรง 5VDC ให้กับตัวอ่านข้อมูลอาร์เอฟไอดี(Reader)
2. นำสัญญาณของLoop Antenna ต่อเข้ากับเครื่อง Spectrum Analyzer
3. นำสายสัญญาณจากเครื่อง Spectrum Analyzer ต่อกับโปรแกรมเครื่องคอมพิวเตอร์
4. ให้วางตัวอ่านข้อมูลอาร์เอฟไอดี(Reader) และตัว Loop Antenna ระยะห่าง 8cm.
5. ทำการหมุนตัวอ่านข้อมูลอาร์เอฟไอดี(Reader) ที่ละ 5 องศาจนครบ 360องศา
6. คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดที่ละ5องศาจนครบ360องศา แล้วทำการพล็อตรูป Pattern Antenna ที่ได้ออกมา
7. ทำการบันทึกรูปภาพ
8. นำตัวรับ-ส่งข้อมูลอาร์เอฟไอดี(Tag)วางที่ระยะห่าง1cm. และ2cm.จากตัวอ่านข้อมูลอาร์เอฟไอดี(Reader)
9. ทำซ้ำข้อ 6-7

3.8 การทดสอบวัดปริมาณสนามแม่เหล็กที่ออกจากตัวอ่านข้อมูล (Reader)

การทดสอบหาปริมาณสนามแม่เหล็กที่ออกจากตัวอ่านข้อมูล(Reader) โดยทำการวัดเริ่มที่จุดศูนย์กลางของตัวอ่านข้อมูลไปตามระยะในแนวแกน z ตามสมการที่ (2.134)



รูปที่ 3.7 โครงสร้างการทดสอบหาปริมาณสนามแม่เหล็กที่ตัวอ่านข้อมูล(Reader)

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. เครื่องกำเนิดสัญญาณ(Generator) | 1 เครื่อง |
| 2. ขดลวดสายอากาศ | 1 อัน |
| 3. ขดลวดวงกลมรัศมี 1.5 มิลลิเมตร | 1 อัน |
| 4. เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม | 1 เครื่อง |

ขั้นตอนดำเนินงาน

1. ตั้งค่าเครื่องกำเนิดสัญญาณไซน์เวฟที่มีความถี่ 13.56 MHz แรงดัน 20Vp-p ให้กับขดลวดตัวอ่านข้อมูล(Reader)
2. นำขดลวดวงกลมรัศมี 1.5 มิลลิเมตร ไปวางที่ตำแหน่งกึ่งกลางของขดลวดตัวอ่านข้อมูล (Reader)
3. ต่อขดลวดเข้ากับสายสัญญาณของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม
4. บันทึกค่า
5. ทำการปรับระดับความสูงตั้งแต่ 0 ถึง 75 มิลลิเมตร