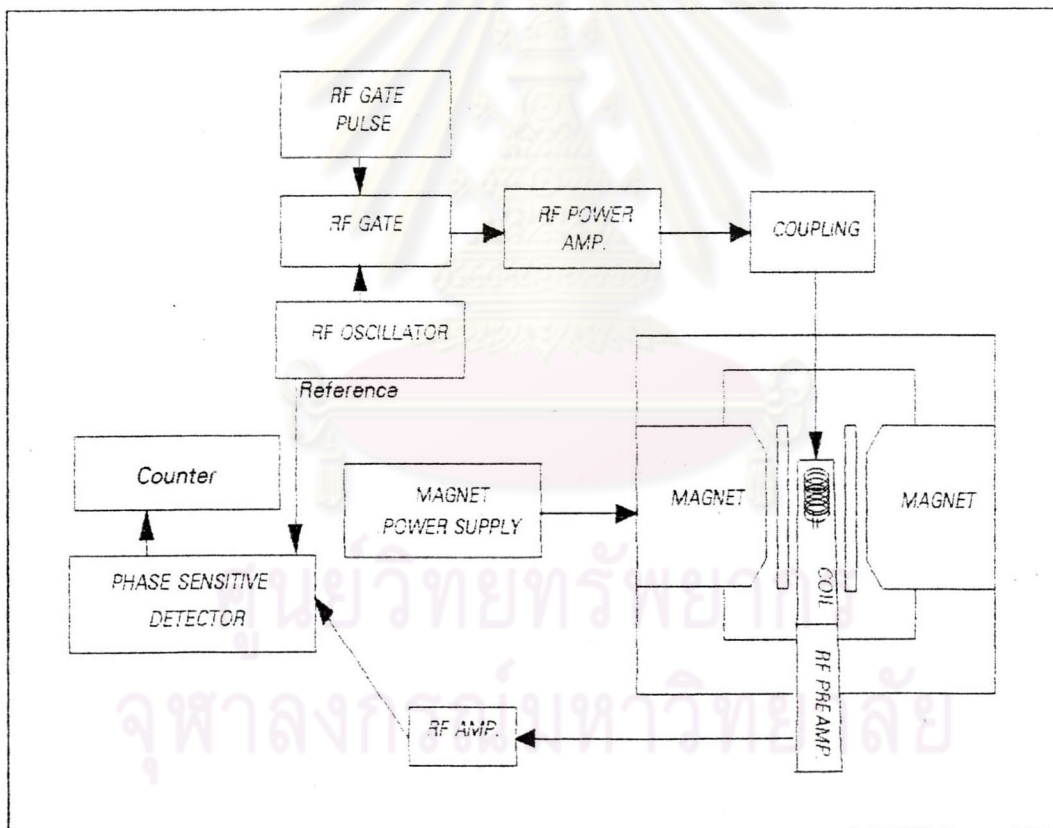


การทดลองและสรุปผล

4.1 การทดลองความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กไฟฟ้า

การวัดความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก ใช้การวัดโดยวิธีเอ็นเอ็มอาร์แบบพัลส์ โดยจัด
เครื่องมือดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงเครื่องมือการวัดความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก

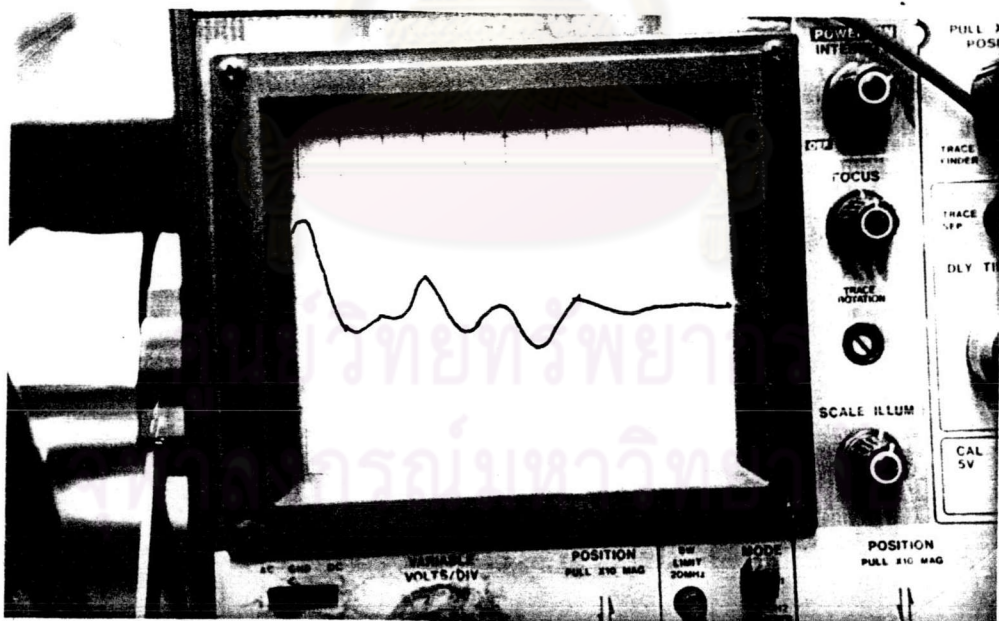
เมื่อสัญญาณผ่านเครื่องตรวจวัดพัลส์ จากสมการ (3.1) สัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณที่เลื่อน
ไปอยู่ที่ความถี่อ้างอิงจากเครื่องสร้างสนามแม่เหล็กความถี่วิทยุ โดยความถี่ 10.00 MHz นี้จะเป็นความถี่

กำลังที่สนามแม่เหล็ก H_0 0.23 เทสลา เมื่อเลื่อนตำแหน่งไป สนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนไปเป็น H ความถี่กำลังใหม่ ω เป็นไปตามสมการ (2.7) สนามแม่เหล็กที่เลื่อนจาก H_0 คำนวณได้จาก

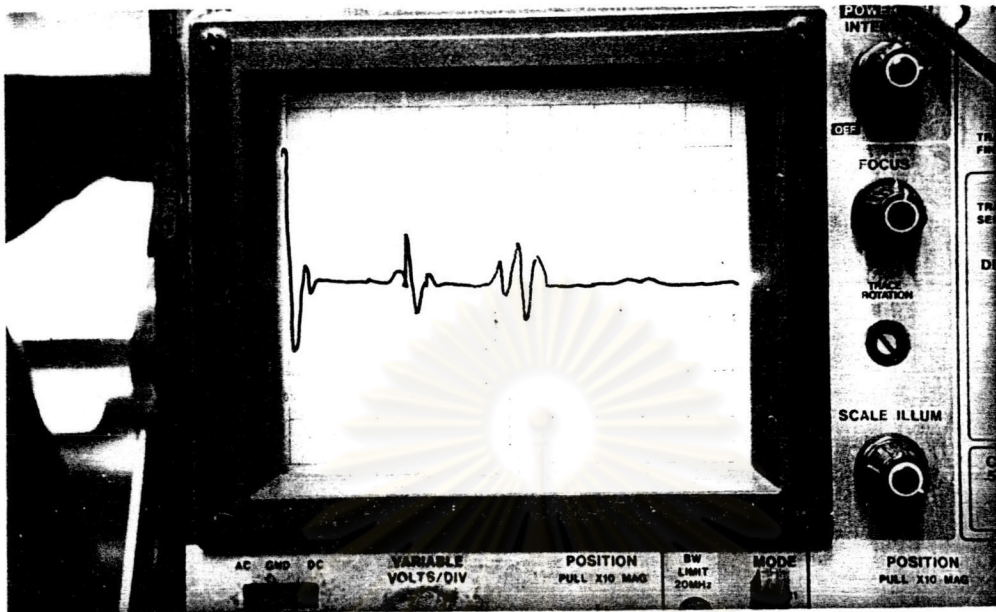
$$\omega_0 - \omega = \gamma(H_0 - H)$$

$$\Delta\omega = \gamma\Delta H \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

ทำการทดลองโดยจัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.1 โดยกำหนดจุดกึ่งกลางของแม่เหล็ก ปรับสนามแม่เหล็กให้เลื่อนต่ำลงจากกำลังเล็กน้อย ลักษณะสัญญาณแสดงในรูปที่ 4.2 แล้วเลื่อนหัววัดไปที่ตำแหน่งต่างๆในระนาบ XY ในหน่วย cm. ลักษณะสัญญาณจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับขนาดของสนามแม่เหล็กบริเวณนั้น แสดงในรูปที่ 4.3 ความถี่บีตที่เด่นชัดไปเป็นตามสมการ (4.1) วัดความถี่บีตของสัญญาณ ณ ตำแหน่งเหล่านั้น ค่าความถี่ที่วัดได้แสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 ลักษณะสัญญาณเอ็นเอ็มอาร์ที่เลื่อนต่ำจากความถี่กำลัง



รูปที่ 4.3 ลักษณะสัญญาณเอ็นเอ็มอาร์ที่สนามแม่เหล็กเลื่อนจาก H_0

y	x	-3.0	-2.0	-1.0	0	1.0	2.0	3.0
-7.0		1190	714	625	5000	5000	7142	31250
-6.0		3333	2500	1785	2500	1666	6250	13157
-5.0		3333	2777	2083	1785	1666	20000	11964
-4.0		4545	2941	2500	1562	1000	15384	10000
-3.0		5000	2777	2083	1388	714	11111	6666
-2.0		5000	2777	2500	1136	641	8333	6250
-1.0		5555	3125	1851	833	581	7692	5263
0		5555	3571	2272	781	555	7692	4347
1.0		5555	3846	1851	833	714	7692	3333
2.0		5000	3571	1666	925	1388	11111	5263
3.0		2850	2631	1041	5000	1562	18181	10000

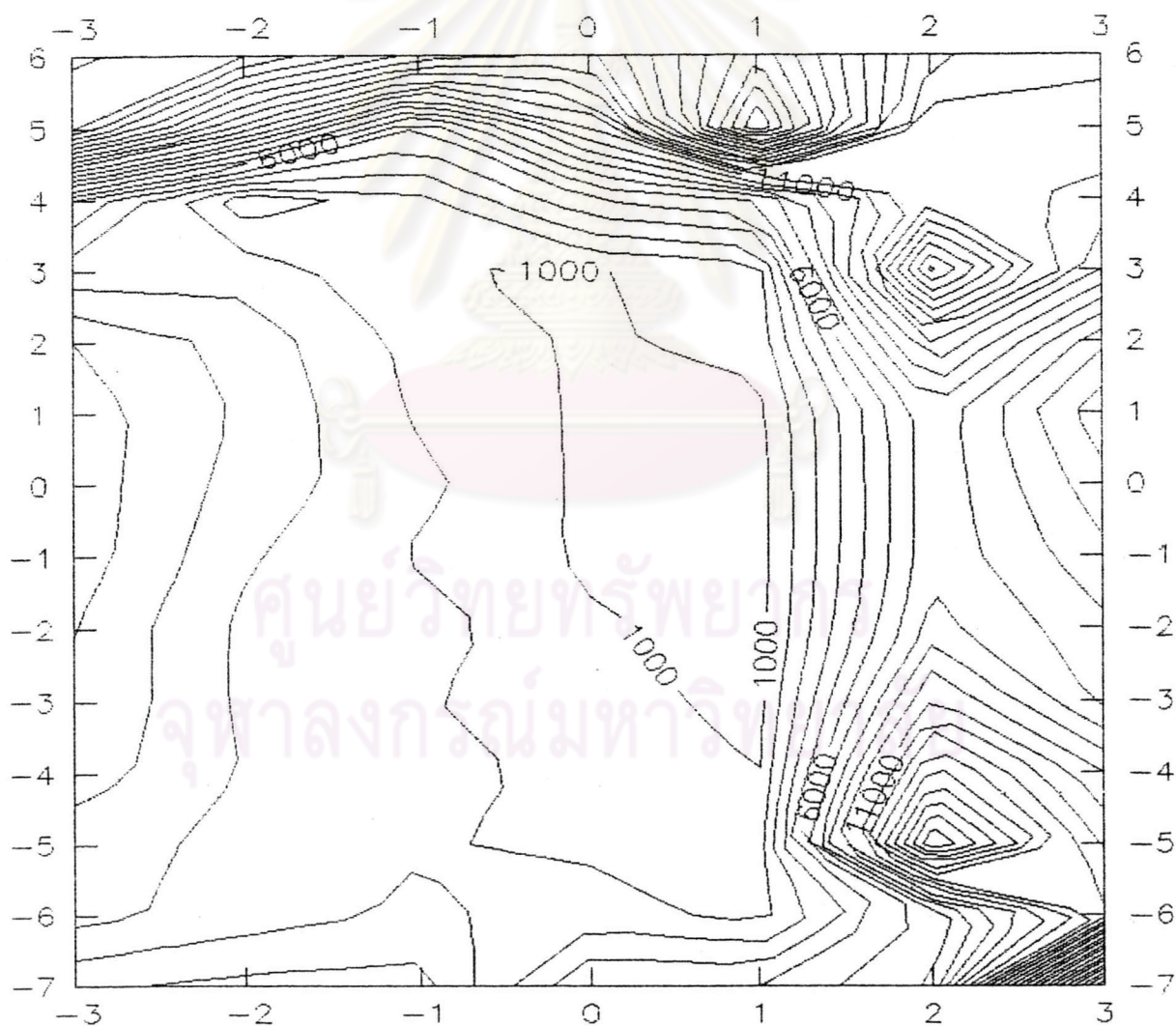
ตารางที่ 4.1 แสดงความถี่ (หน่วย Hz) ที่ตำแหน่งต่างๆห่างจากกึ่งกลางแม่เหล็ก(หน่วย cm.)

ของสนามแม่เหล็กที่ยังไม่ได้ปรับแต่ง

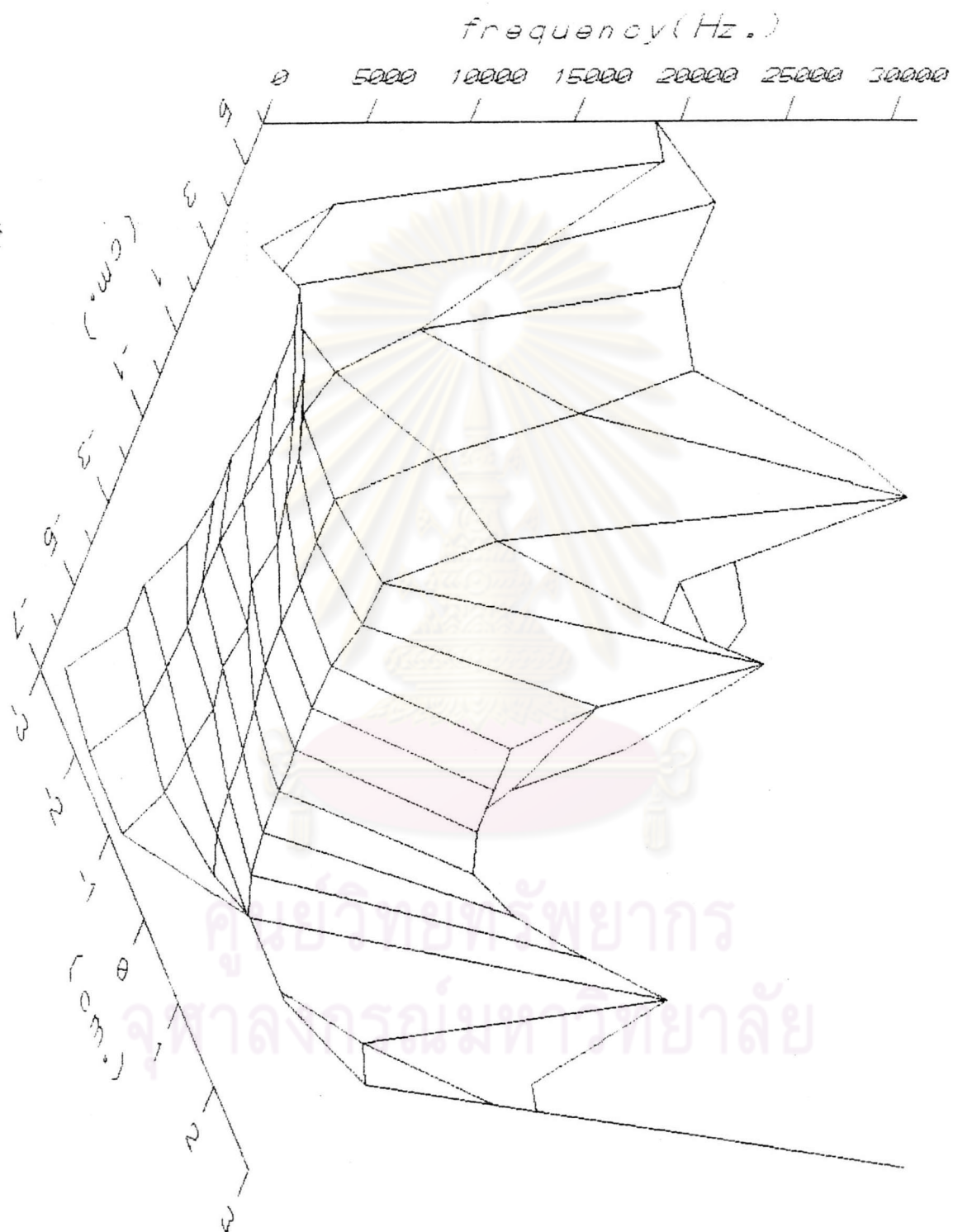
y	x	-3.0	-2.0	-1.0	0	1.0	2.0	3.0
4.0		5000	277	1785		6250	12500	
5.0		20000	12500	5000		25000	12500	
6.0			20000	16666				

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ความสัมพันธ์จากตารางที่ 4.1 นำมาเขียนกราฟระหว่างตำแหน่งและความถี่ได้ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5



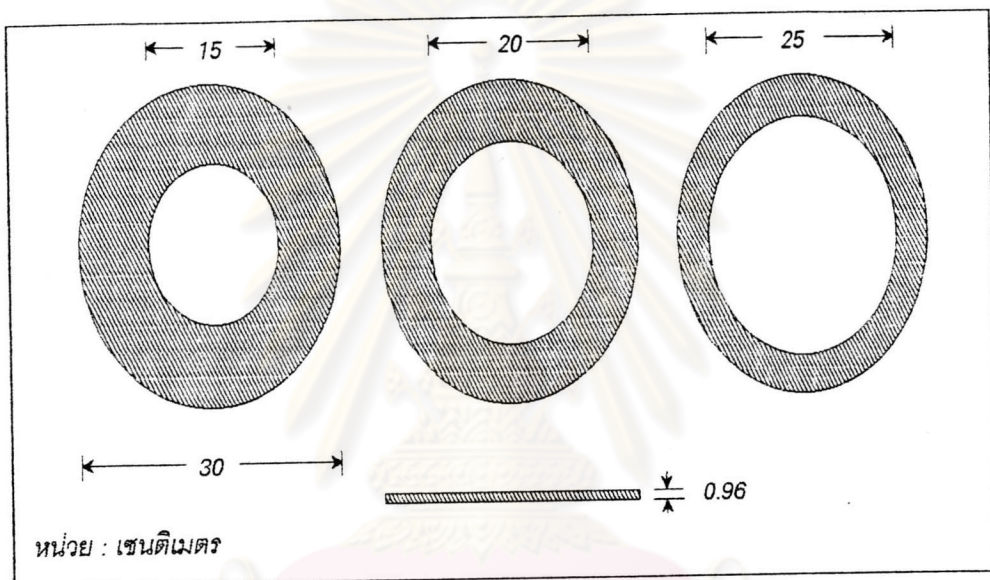
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (Hz) และ ตำแหน่งที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแม่เหล็ก



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และ ตำแหน่ง

4.2 การปรับแต่งสนามแม่เหล็กโดยแผ่นวงแหวนเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 20, 25 และ 30 เซนติเมตร

ใช้แผ่นเหล็กหนา 0.96 มิลลิเมตรตัดเป็นรูปวงแหวน เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 30 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 20, 25 และ 30 ซม. อย่างละ 2 ชุด ประกอบติดกับ pole-face ของแม่เหล็ก ด้านละ 1 ชุด วงแหวนเหล็กแสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงแผ่นวงแหวนเหล็กที่ใช้ปรับแต่งสนามแม่เหล็ก

ทำการวัดความถี่บีตเช่นเดียวกับข้อ 4.1 ค่าความถี่บีตที่วัดได้ แสดงในตารางที่ 4.2

y \ x	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	3.0
-3.0	33333	25000	20000	20000	25000	25000	41667
-2.0	16667	10000	10000	7143	10000	10000	16667
-1.0	6250	2778	5000	3125	5000	5556	10000
0.0	3125	1000	1250	1563	2941	4545	5882
1.0	1667	667	714	1000	2381	3333	5263

ตารางที่ 4.2 แสดงความถี่ (หน่วย Hz) ที่ตำแหน่งต่างๆห่างจากกึ่งกลางแม่เหล็ก(หน่วย cm.)

หลังการปรับแต่งสนามแม่เหล็กด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 15 ,20 และ 25 cm.

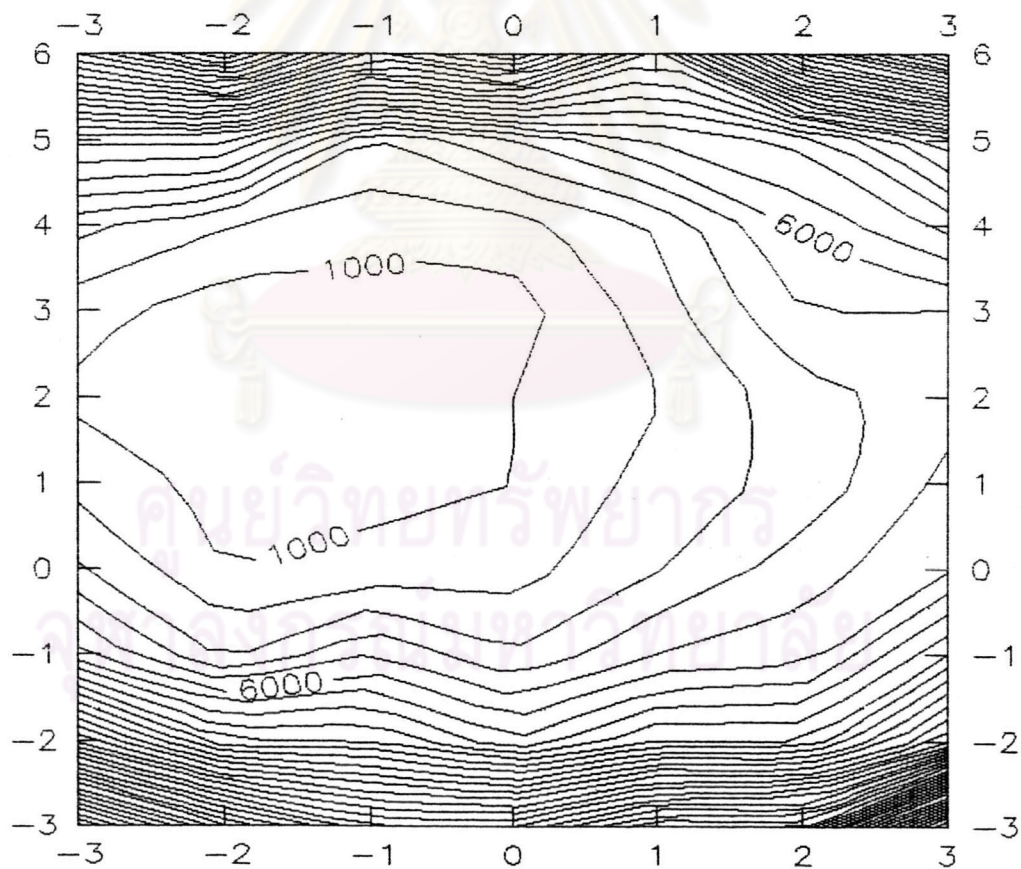
y \ x	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	3.0
2.0	769	667	588	1000	1923	3571	4545
3.0	1429	417	500	556	2500	5000	5000
4.0	3333	2083	1316	1563	3125	6250	8333
5.0	8333	8333	2941	5000	7143	8333	12500
6.0	20000	25000	16667	20000	12500	25000	31250

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)



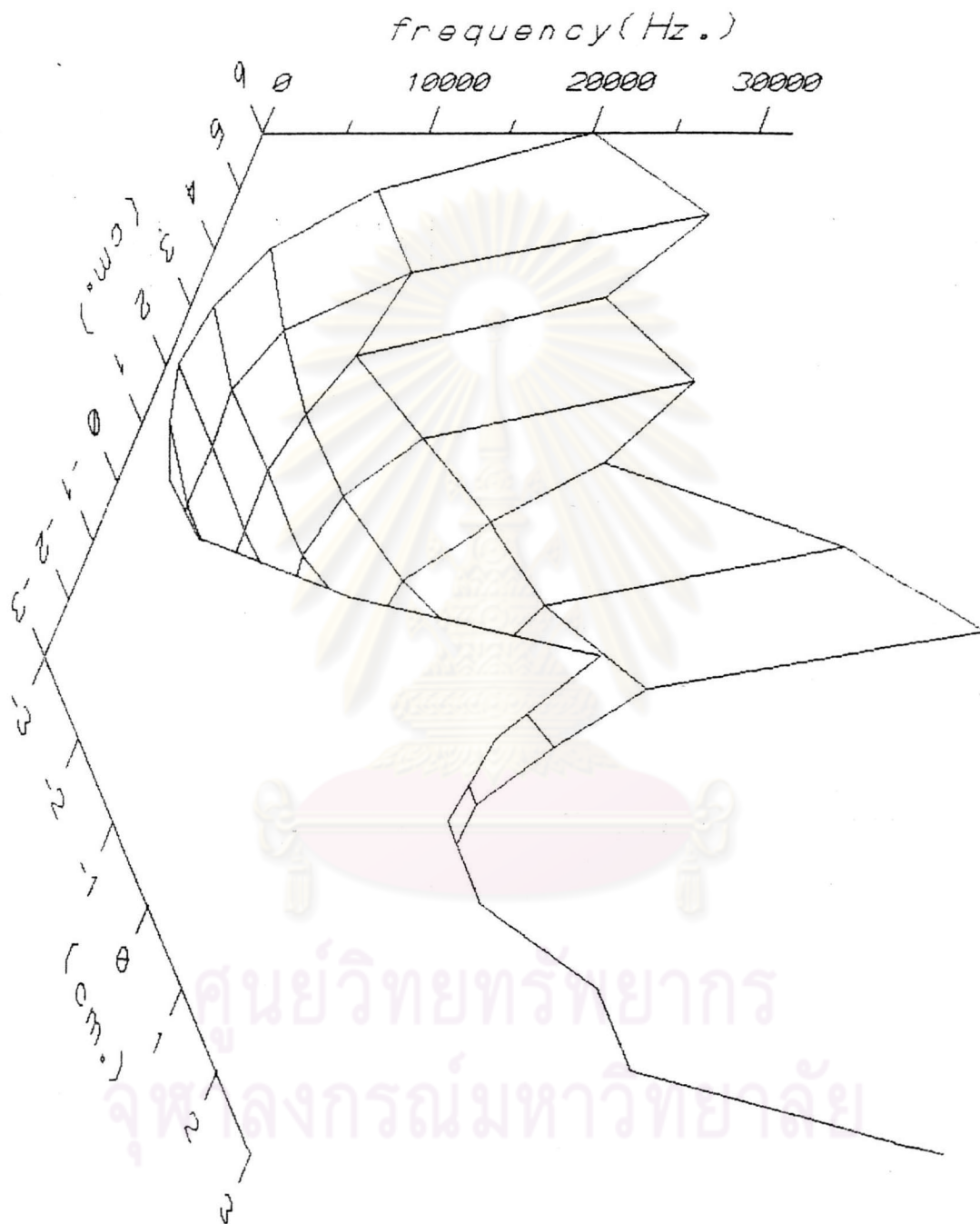
ความสัมพันธ์จากตารางที่ 4.2 นำมาเขียนกราฟระหว่างตำแหน่งและความถี่ได้ดังรูปที่ 4.7

และ 4.8



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (Hz) และ ตำแหน่งที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแม่เหล็ก

เมื่อปรับแต่งสนามแม่เหล็กด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 15 ,20 และ 25 cm.



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และ ตำแหน่ง เมื่อปรับแต่งสนามแม่เหล็ก
ด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 15 ,20 และ 25 cm.

4.3 การปรับแต่งสนามแม่เหล็กโดยแผ่นวงแหวนเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 20 และ 25 เซนติเมตร

ใช้แผ่นวงแหวนเหล็กจากข้อ 4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 20 และ 25 cm. ประกอบกับ pole-face ของแม่เหล็กไฟฟ้าด้านละ 1 ชุด ทำการวัดความถี่บีตเช่นเดียวกับข้อ 4.1 ค่าความถี่บีตที่วัดได้แสดงในตารางที่ 4.3

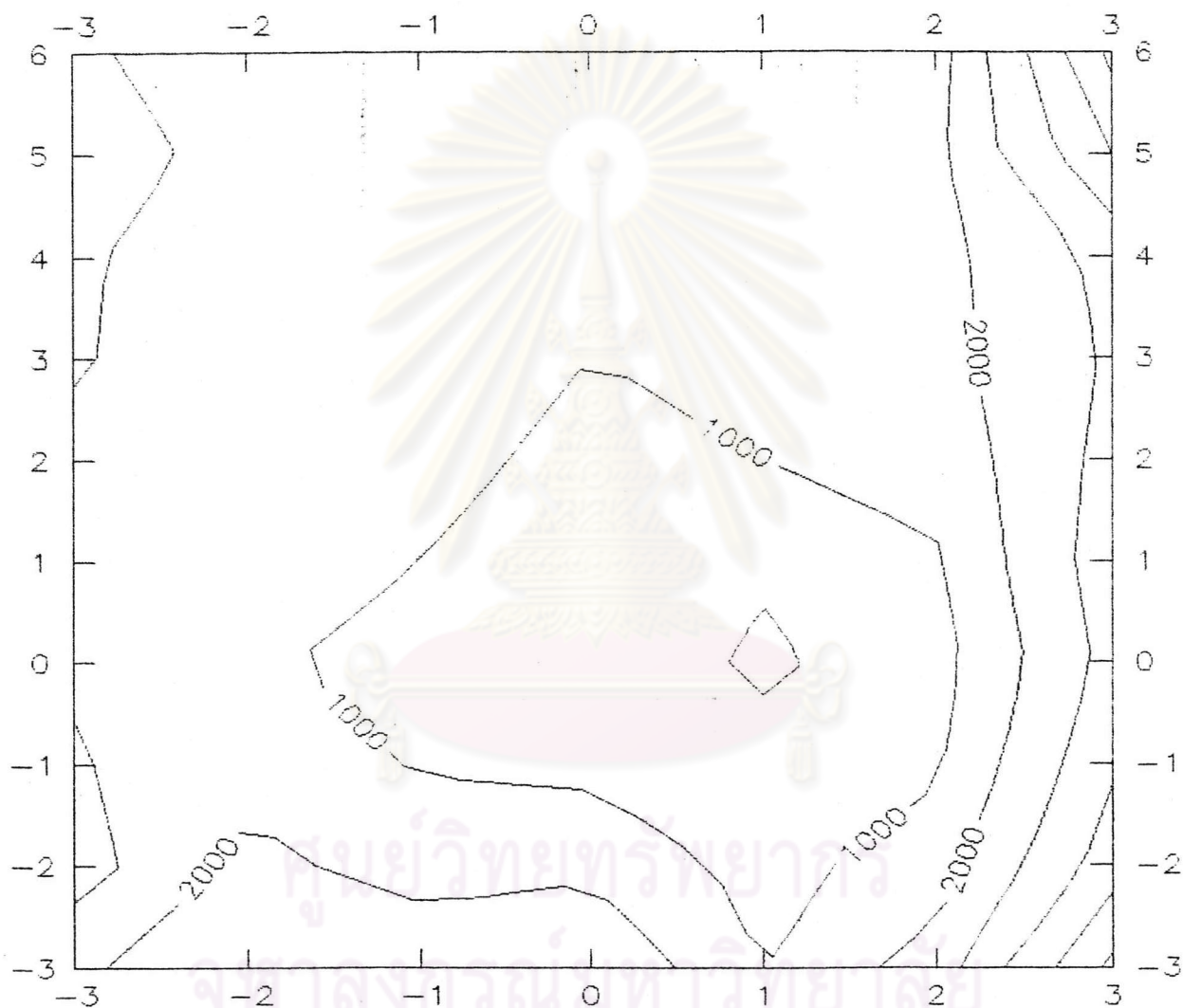
y ^x	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	3.0
-3.0	1785	2941	2777	2941	1000	2500	6250
-2.0	555	2272	1562	1785	666	1470	4545
-1.0	909	1666	909	714	769	862	3846
0.0	1111	1111	714	555	1111	625	3333
1.0	1428	833	1000	588	1562	909	3571
2.0	1785	1470	1315	714	1000	1315	3333
3.0	2083	1470	1470	1000	1136	1666	3125
4.0	2083	1666	1562	1000	1388	1666	3333
5.0	2500	1666	1562	1000	1388	1785	5000
6.0	2272	1136	1470	1000	1111	1562	6250

ตารางที่ 4.3 แสดงความถี่ (หน่วย Hz) ที่ตำแหน่งต่างๆห่างจากกึ่งกลางแม่เหล็ก(หน่วย cm.)

หลังการปรับแต่งสนามแม่เหล็กด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 20 และ 25 cm.

ความสัมพันธ์จากตารางที่ 4.3 นำมาเขียนกราฟระหว่างตำแหน่งและความถี่ได้ดังรูปที่ 4.9

และ 4.10



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (Hz) และ ตำแหน่งที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของแม่เหล็ก
เมื่อปรับแต่งสนามแม่เหล็กด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 20 และ 25 cm.



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และ ตำแหน่ง เมื่อปรับตั้งสนามแม่เหล็ก

ด้วยวงแหวนเหล็กขนาด 20 และ 25 cm.

4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบกับตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า ความถี่บีตไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่จากรูปที่ 4.4,4.5 เปรียบเทียบกับรูปที่ 4.7,4.8 ความถี่บีตมีความสมมาตรรอบจุดกึ่งกลางมากขึ้น เนื่องจากว่า ถึงแม้จะมีการปรับแต่งสนามจากขอบของวงแหวนเหล็ก แต่ขอบวงแหวนส่วนในสุด(ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm.) จะไปรบกวนสนามแม่เหล็กบริเวณใกล้จุดกึ่งกลาง ดังนั้นจึงถอดวงแหวนส่วนในสุดออกเหลือไว้เฉพาะวงแหวนขนาด 20 และ 25 cm. ดังข้อ 4.3

จากตารางที่ 4.1,4.2 เปรียบเทียบกับตารางที่ 4.3 พบว่า ความถี่ที่วัดได้ในทาง +Y มีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกับจุดกึ่งกลาง

จากรูปที่ 4.4,4.5,4.7,4.8 เปรียบเทียบกับรูปที่ 4.9,4.10 จะเห็นว่า contour ของเส้นกึ่งกลาง (1000 Hz) มีขนาดใหญ่ขึ้น และระยะห่างของcontourเส้นถัดไปมีค่ามากขึ้น แสดงว่าหลังจากการปรับวงแหวนเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 และ 25 cm แล้ว บริเวณที่สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอมีบริเวณกว้างขึ้น เป็นผลมาจากการชดเชยจากกริมวงแหวนเหล็ก และวงแหวนทั้งสองแผ่นรบกวนสนามแม่เหล็กบริเวณกึ่งกลางน้อยลงกว่าใช้วงแหวนเหล็ก 3 แผ่น

4.5 สรุป

การปรับสนามแม่เหล็กโดยใช้วงแหวนเหล็กมีผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง โดยสนามแม่เหล็กมีความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้น สืบเนื่องจาก Contour ของรูปที่ 4.9 มีระยะห่างมากกว่า contour ของรูปที่ 4.4 และ 4.7

การเพิ่มวงแหวนเหล็กบน pole-face ของแม่เหล็กเป็นการปรับแต่งสนามแม่เหล็กอย่างง่าย ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเหมาะสมกับสนามแม่เหล็กค่าต่างๆกัน และถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาดไม่เหมาะสม ขอบของวงแหวนเหล็กด้านในจะไปรบกวนสนามแม่เหล็กบริเวณกึ่งกลางมาก

แต่การปรับแต่งสนามแม่เหล็ก โดยการเพิ่มเหล็กหรือวัตถุที่เป็นสารแม่เหล็กที่ตำแหน่งใดๆ ของสนามจะมีผลต่อสนามทั่วทั้งบริเวณ ความถูกต้องขึ้นอยู่กับค่าของสนามจริงและความเป็นเนื้อเดียวกันของโลหะที่จะนำมาปรับแต่ง ปัญหาที่ประสบมากที่สุดคือ การหาซื้อเหล็กที่มีคุณภาพดี คือ เหล็กซิลิกอนซึ่งใช้ทำหม้อแปลงไฟฟ้า ไม่สามารถหาซื้อในท้องตลาดได้ และการบีบวงแหวนที่มีขนาดใหญ่ต้องใช้เครื่องบีบโดยเฉพาะ ซึ่งใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น ในวิทยานิพนธ์นี้นำเอาเหล็กซิงค์ มาทำเป็นวงแหวนเหล็ก ตัดเป็นวงแหวนโดยเครื่องคว้าน ทำให่วงแหวนไม่เรียบพอที่จะปรับแต่งสนาม ให้มีความสม่ำเสมอกว่านี้ได้

4.6 ข้อเสนอแนะ

สำหรับปัญหาเรื่องเหล็กที่ใช้เป็นวงแหวน เราอาจใช้แท่งเหล็กเนื้ออ่อนอย่างดีหรืออาจใช้แท่งเหล็กเพลลาขวานมากลึงเป็นรูปพาราโบลอยด์ แล้วตัดออกมาประกบกับขั้วแม่เหล็กได้



ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย