



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

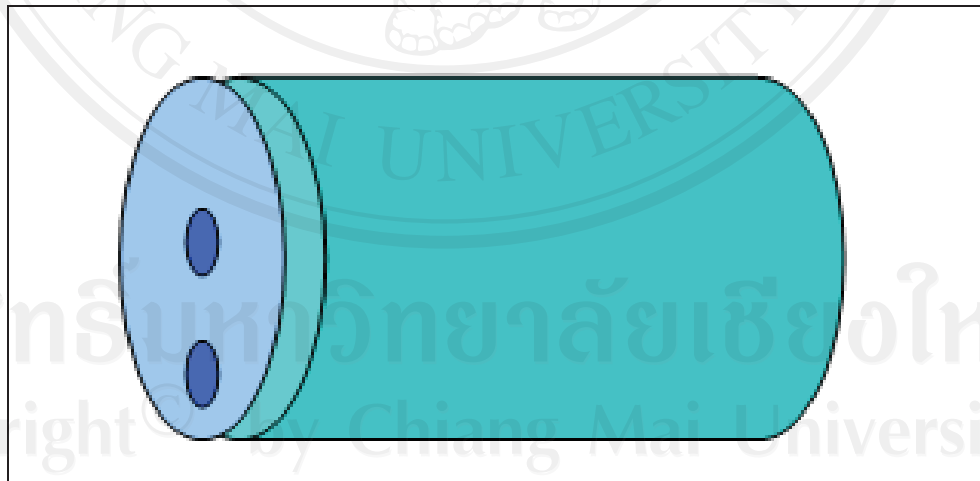
ภาคผนวก ก

การสร้างหุ่นจำลองน้ำ (Uniform phantom)

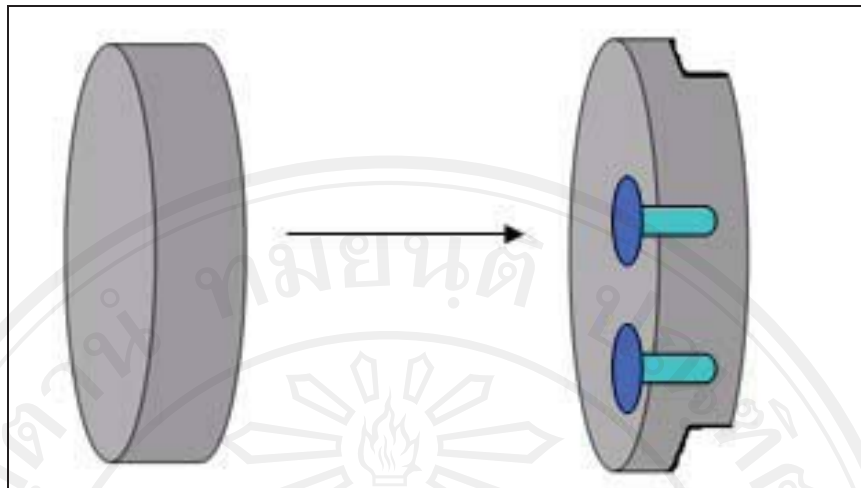
ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้คือ

1.1 การออกแบบและการสร้างหุ่นจำลองน้ำ

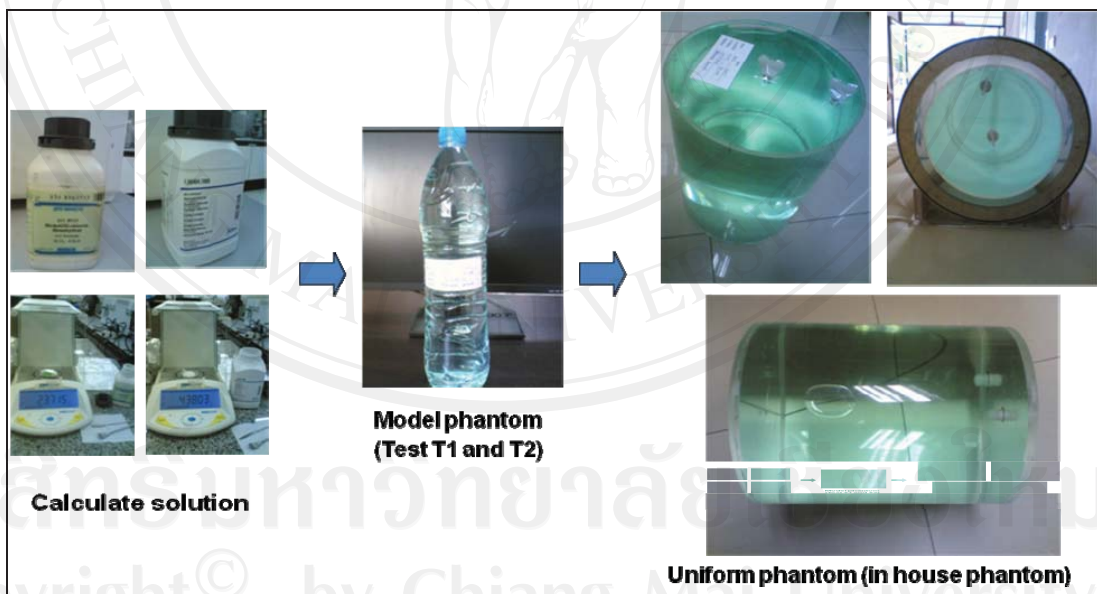
หุ่นจำลองน้ำ (Uniform phantom) มีการออกแบบโครงสร้าง (รูปที่ 12 และ รูปที่ 13) ที่ผลิตจากท่ออะครีลิกทึบ ประกอบไปด้วยส่วนฝาปิดด้านบนที่มีความหนา 1 เซนติเมตร บริเวณตรงกลางเจาะรูเกลียว 2 รูแล้วปิดรูเกลียวด้วยหางปลาแบบพลาสติก (plastic terminal) และส่วนที่บรรจุสารละลาย ที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร ความสูง 25 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร รูปที่ 14 แสดงการชั่งและผสมสารละลาย นิกเกิลคลอไรด์ (nickel chloride) 10 มิลลิโมลาร์ และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) 75 มิลลิโมลาร์ การตรวจสอบค่า T_1 และ T_2 ของสารละลาย (model phantom) ก่อนที่จะบรรจุในหุ่นจำลองน้ำ และรูปหุ่นจำลองน้ำที่สร้างเสร็จ



รูปที่ 12 รูปการออกแบบ โครงสร้างของหุ่นจำลองน้ำ ประกอบไปด้วยส่วนฝาปิดด้านบนและส่วนบรรจุสารละลายที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร ความสูง 25 เซนติเมตรเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร



รูปที่ 13 รูปการออกแบบส่วนฝาปิดด้านบนของหุ่นจำลองน้ำ ที่มีความหนา 1 เซนติเมตรตรงกลาง เจาะรูเกลียว 2 รูและปิดรูเกลียวด้วยหางปลาแบบพลาสติก



รูปที่ 14 ขั้นตอนการผสมสารละลาย การตรวจสอบสารละลายก่อนการบรรจุ และหุ่นจำลองน้ำที่สร้างเสร็จ

1.2 การคำนวณปริมาณสารในสารละลายเพื่อบรรจุในหุ่นจำลองน้ำ

ภายในหุ่นจำลองน้ำบรรจุด้วยสารละลาย นิกเกิลคลอไรด์ (nickel chloride) 10 มิลลิโมลาร์ และโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) 75 มิลลิโมลาร์ ซึ่งมีค่า T_1 เฉลี่ยเท่ากับ 196 มิลลิวินาที และค่า T_2 เฉลี่ยเท่ากับ 145 มิลลิวินาที

1.2.1 การคำนวณสารละลาย 10 มิลลิโมลาร์ ของ นิกเกิลคลอไรด์

1) สารละลาย	1000	มิลลิลิตร	มี NiCl_2	0.01	โมล
สารละลาย	2000	มิลลิลิตร	มี NiCl_2	$(0.01 \times 2000) / 1000$	โมล
				= 0.02	
2) เลขมวลของสารละลาย $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$				$= (58.69) + (35.45 \times 2) + (18 \times 6)$	กรัม/โมล
				= 237.59	
3) $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1	โมล		= 237.59	กรัม
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.02	โมล		$= (237.59 \times 0.02) / 1$	กรัม
				= 4.7542	กรัม

1.2.2 การคำนวณสารละลาย 75 มิลลิโมลาร์ ของโซเดียมคลอไรด์

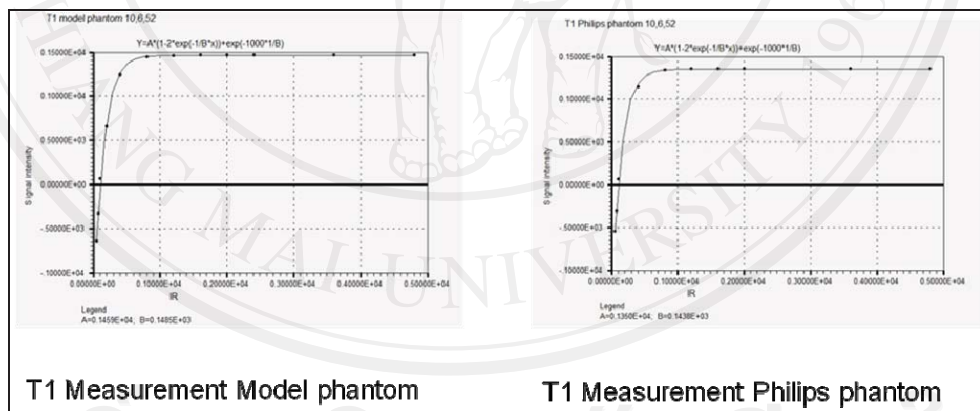
1) สารละลาย	1000	มิลลิลิตร	มี NaCl	0.075	โมล
สารละลาย	2000	มิลลิลิตร	มี NaCl	$(0.075 \times 2000) / 1000$	โมล
				= 0.15	
2) เลขมวลของสารละลาย NaCl				$= (22.98) + (35.45)$	กรัม/โมล
				= 58.43	
3) NaCl	1	โมล		= 58.43	กรัม
NaCl	0.02	โมล		$= (58.43 \times 0.15) / 1$	กรัม
				= 8.764	กรัม

ภาคผนวก ข

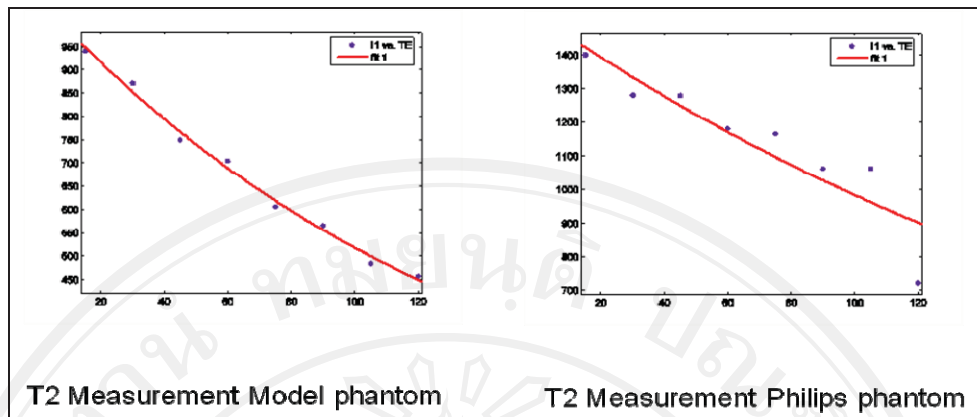
ผลการตรวจสอบหุ่นจำลองน้ำ (Uniform phantom) ในระยะเวลา 3 เดือน

ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้คือ

การตรวจสอบค่า T_1 และค่า T_2 ของหุ่นจำลองน้ำจะทำการตรวจสอบ ดังแสดงตัวอย่างการตรวจสอบค่าในรูปที่ 15 และรูปที่ 16 คือ การตรวจสอบค่า T_1 โดยการพิตกราฟระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณในภาพ (signal intensity) กับช่วงเวลาที่เกิดการพลิกกลับของสัญญาณ (Inversion time หรือ TI) ทั้ง 12 ค่า และการตรวจสอบค่า T_2 โดยการพิตกราฟระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณในภาพ (signal intensity) กับช่วงเวลาทำการกระตุ้นจนเกิดเอคโค (Echo time หรือ TE) ทั้ง 8 ค่า ซึ่งจะตรวจสอบทั้งในหุ่นจำลองน้ำ และ หุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์



รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณในภาพ (signal intensity) กับค่าช่วงเวลาที่เกิดการพลิกกลับของสัญญาณ (Inversion time หรือ TI) ทั้ง 12 ค่าเพื่อหาค่า T_1 ของหุ่นจำลองตัวอย่าง (model phantom) และหุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์ (philips phantom)



รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของสัญญาณในภาพ (signal intensity) กับค่าเอกโค (TE) ทั้ง 8 ค่า เพื่อหาค่า T_2 ของหุ่นจำลองตัวอย่าง (model phantom) และหุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์ (philips phantom)

การตรวจสอบความคงตัวของค่า T_1 และค่า T_2 ในหุ่นจำลองน้ำ จะทำเป็นระยะเวลา 3 เดือนก่อนที่จะนำหุ่นจำลองน้ำ ไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอในงานวิจัยนี้ ซึ่งค่า T_1 และค่า T_2 ที่วัดได้จะมีการเปรียบเทียบกับค่า T_1 และ T_2 ที่วัดได้จากหุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์ (philips phantom) และเทียบเคียงจากค่ามาตรฐานของรายงานเอเอพีเอ็มเลขที่ 34 (AAPM Report No.34) และค่า T_1 , T_2 ของหุ่นจำลองเอซีอาร์ (ACR phantom) ดังแสดงในตารางที่ 13 และจะเห็นว่าค่า T_1 และค่า T_2 ของหุ่นจำลองน้ำ มีความคงที่และค่าที่วัดได้อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานของรายงานเอเอพีเอ็มเลขที่ 34 ตลอดระยะเวลาที่ทำการตรวจสอบ

ตารางที่ 14 แสดงช่วงค่า T_1 และ T_2 มาตรฐานของ รายงานเอเอพีเอ็มเลขที่ 34 (AAPM Report No.34) ค่า T_1 และ T_2 ของหุ่นจำลองเอซีอาร์ (ACR phantom) ค่า T_1 และ T_2 ของหุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์ (philips phantom) ค่า T_1 และ T_2 ของหุ่นจำลองตัวอย่าง (model phantom) ค่า T_1 และ T_2 ของหุ่นจำลองน้ำในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

วัน/เดือน/ปี	T_2 (มิลลิวินาที)	T_1 (มิลลิวินาที)	ชนิดของหุ่นจำลอง
	100- 200	50- 400	รายงานเอเอพีเอ็มเลขที่ 34
	150	150	หุ่นจำลองเอซีอาร์
10/6/52	143.8	299.6	หุ่นจำลองของบริษัทฟิลิปส์
10/6/52	148.5	140.2	หุ่นจำลองตัวอย่าง
13/7/52	141.5	184.2	หุ่นจำลองน้ำ
16/8/52	142.7	185.7	หุ่นจำลองน้ำ
18/8/52	143.8	185.9	หุ่นจำลองน้ำ
20/8/52	147.3	187.7	หุ่นจำลองน้ำ
22/8/52	146.8	187.2	หุ่นจำลองน้ำ
ค่าเฉลี่ย	145	196	หุ่นจำลองน้ำ

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลที่มีการหมุนทั้ง 7 ครั้ง ในภาวะปกติและภาวะที่มีการรบกวนสนามแม่เหล็กหลัก 7 ระดับ

1.1 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆ ในการหมุนหุ่นจำลองเจลแต่ละครั้ง

ตารางที่ 15 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆ จากการหมุนครั้งที่ 1

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 1							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	48.42	43.78	31.44	28.32	20.60	13.21	10.61	10.16
0.85	96.49	49.14	44.03	31.65	28.80	20.44	13.24	10.50	10.11
0.90	96.42	48.82	45.02	31.40	29.04	20.47	13.15	10.42	10.11
1.00	89.05	35.11	43.30	31.25	28.54	20.43	13.17	10.48	10.12
1.22	86.07	28.75	41.18	31.00	28.57	20.37	13.11	10.48	10.12
1.25	78.70	22.47	44.07	31.05	28.47	20.47	13.23	10.41	10.13
1.30	55.31	15.02	40.56	31.16	28.34	20.48	13.23	10.05	10.10

ตารางที่ 16 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 2

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 2							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	52.16	44.62	31.04	27.91	20.44	13.36	10.56	10.14
0.85	96.49	51.17	43.15	31.51	27.54	20.23	13.24	10.51	10.09
0.90	96.42	50.58	38.36	30.80	27.46	20.11	13.15	10.53	10.16
1.00	89.05	50.13	39.21	31.26	27.57	20.45	13.28	10.57	10.21
1.22	86.07	49.97	41.39	31.27	27.69	20.11	13.26	10.61	10.22
1.25	78.70	48.49	41.37	31.20	27.60	19.98	13.29	10.56	10.26

ตารางที่ 17 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 3

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 3							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	39.20	36.58	28.75	26.83	19.93	12.77	10.42	9.83
0.85	96.49	38.92	35.57	27.87	26.75	20.01	12.90	10.50	9.82
0.90	96.42	39.68	36.40	28.36	26.75	20.08	12.89	10.55	9.97
1.00	89.05	37.99	30.51	20.22	25.61	19.90	12.89	10.42	9.89
1.22	86.07	38.35	30.59	19.32	25.39	19.95	12.81	10.36	9.89
1.25	78.70	43.64	44.62	20.67	28.14	20.14	12.94	10.41	9.88
1.30	55.31	44.56	43.76	16.26	27.93	20.34	12.93	10.41	9.85

ตารางที่ 18 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 4

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 4							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	51.73	46.25	31.33	27.89	20.52	13.07	10.57	10.17
0.85	96.49	49.91	45.19	27.74	26.54	19.95	12.92	10.50	9.84
0.90	96.42	49.66	45.35	31.29	27.61	20.28	13.18	10.48	10.22
1.00	89.05	50.99	45.04	28.49	23.99	20.50	13.13	10.66	10.14
1.22	86.07	51.17	44.05	28.16	25.07	20.49	13.08	10.55	10.16
1.25	78.70	52.24	46.46	27.19	13.46	12.22	13.55	10.43	10.16
1.30	55.31	51.25	45.95	22.57	7.304	16.10	12.92	10.39	9.97

ตารางที่ 19 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 5

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 5							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	51.17	45.55	31.44	28.43	20.15	13.12	10.51	10.12
0.85	96.49	52.02	45.39	31.08	28.25	20.26	13.15	10.61	10.07
0.90	96.42	51.12	45.49	31.04	28.59	20.12	13.11	10.50	10.08
1.00	89.05	50.63	45.76	30.72	27.42	19.09	13.18	10.50	10.11
1.22	86.07	51.54	45.31	30.49	26.65	18.54	13.04	10.54	10.05
1.25	78.70	50.47	45.26	31.35	27.80	18.75	12.98	10.50	10.14
1.30	55.31	51.94	45.70	31.33	28.03	19.32	13.03	10.56	10.06

ตารางที่ 20 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 6

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 6							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	46.83	46.88	31.62	28.65	20.66	12.99	10.59	10.14
0.85	96.49	51.46	46.99	31.63	28.70	20.54	13.03	10.51	10.16
0.90	96.42	50.15	46.53	31.74	28.50	20.35	12.91	10.57	10.18
1.00	89.05	51.12	45.89	31.14	28.81	20.39	12.95	10.51	10.11
1.22	86.07	51.54	45.33	30.74	26.75	18.17	13.10	10.57	10.10
1.25	78.70	48.99	46.16	31.74	27.91	18.25	9.52	10.16	10.14

ตารางที่ 21 ตารางแสดงค่า T_2^* ที่วัดได้จากหุ่นจำลองเจลในแต่ละความเข้มข้นที่ระดับค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก (PIU) ระดับต่างๆจากการหมุนครั้งที่ 7

ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm)	ค่าเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก (PIU)	ค่า T_2^* จากการหมุนครั้งที่ 7							
		0.2mg/g	0.4mg/g	0.6mg/g	0.8mg/g	1.0mg/g	1.4mg/g	1.7mg/g	2.0mg/g
0.37	97.40	50.73	45.70	31.41	27.83	20.32	13.19	10.52	10.21
0.83	96.79	48.87	45.45	31.77	28.59	20.50	13.29	10.55	10.09
0.85	96.49	48.12	45.26	31.28	28.16	20.65	13.27	10.44	10.15
0.90	96.42	49.06	45.24	31.54	28.30	20.51	13.14	10.29	10.14
1.00	89.05	48.26	44.82	31.40	28.20	20.48	13.15	10.55	10.16
1.22	86.07	48.87	45.31	31.31	28.24	20.45	13.18	10.50	10.09
1.25	78.70	49.16	44.84	31.46	28.08	20.52	13.03	10.13	10.06
1.30	55.31	47.11	45.28	31.19	27.93	19.77	11.04	4.51	9.99

ภาคผนวก ง

สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าการควบคุมคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอสำหรับพารามิเตอร์ทั้ง 3 และเพื่อการหาค่า T_1 , T_2 และ T_2^*

- 1) สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (Magnetic field homogeneity) (โปรแกรมนี้ได้ดัดแปลงมาจากโปรแกรมต้นแบบจาก ผศ. ดร. ไพรัช สายวิวัฒนพร ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล)

```
clear all
N= 15;
sc_slope=1.53455433455433;
sc_intercept=-3142;
one_pi=pi*1000;
TE1=11.5088996887207 ;
TE2=13.8099994659423 ;
dTE=TE2-TE1;
for n=1:N;
    tmp_img=dicomread(['TE1_',num2str(n)]);
    vol_1(:,:,n)=double(tmp_img(:,:,:)).*sc_slope+sc_intercept;
end;
for n=1:N;
    tmp_img=dicomread(['TE2_',num2str(n)]);
    vol_2(:,:,n)=double(tmp_img(:,:,:)).*sc_slope+sc_intercept;
end;
%-----
%generate mask data
```

```

%-----

N=15;

for n=1:N;

    tmp_img=dicomread(['mag_',num2str(n)]);

    mag_3(:,:,n)=double(tmp_img(:,:,));

end;

%-----
% ROI_80%
%-----

show(squeeze(mag_3(:,:,2)));axis square;

hold on

[x,y] = ginput(1);

t = 0:pi/15:2*pi;

R0 = 80;

xi = R0*cos(t)+x;

yi = R0*sin(t)+y;

LineHandler = line(xi,yi,'LineWidth',1,'Color',[.8 0 0]);

%-----
% ROI_80%_volume
%-----

roimask = poly2mask(xi,yi, size(mag_3(:,:,1),1),size(mag_3(:,:,1),2));

region = find(roimask);

for n=1:15

    vol_mask(:,:,n)=double(roimask(:,:,));

end

%-----

figure,show(vol_mask(:,:,15));

%-----
%load mask_data
%-----

```

```

dif_vol=(vol_2-vol_1).*vol_mask;

out_vol=dif_vol;

[x_res y_res] = size(squeeze(vol_mask(:,:,1)));

for n=1:N;

    for m=1:x_res;

        for p=1:y_res;

            if (dif_vol(m,p,n)>one_pi)

                out_vol(m,p,n)=dif_vol(m,p,n)-one_pi*2;

            end;

            if (dif_vol(m,p,n)<=-one_pi)

                out_vol(m,p,n)=one_pi*2+dif_vol(m,p,n);

            end;

        end;

    end;

end;

out_vol=abs(out_vol./(2*pi*dTE*42.576*1.5));

roi_out_vol=out_vol(region);

mean_homogeneity=mean(roi_out_vol)

std_homogeneity=std(roi_out_vol)

max_homogeneity=max(roi_out_vol)

min_homogeneity=min(roi_out_vol)

```

2) สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าความสม่ำเสมอของภาพ (Image uniformity)

```

clear all

p=dicomread('IM_0536');

pic=double(p);

figure,show(pic);

%-----
% Max signal (MS) signal_10% ^^^^s2^^^^
%-----
show(pic);

hold on

[x,y] = ginput(1);

t = 0:pi/15:2*pi;

R0 = 10;

xi = R0*cos(t)+x;

yi = R0*sin(t)+y;

LineHandler = line(xi,yi,'LineWidth',1,'Color',[.8 0 0]);

%-----
% ROI_10%_volume
%-----

roimask = poly2mask(xi,yi, size(pic(:,:,1),1),size(pic(:,:,1),2));

region = find(roimask);

for n=1:15
vol_mask(:,:,n)=double(roimask(:,:,n));
end
%-----
% mean_ROI_80%
%-----

d3=dicomread('IM_0536');

d4=double(d3);

f2=vol_mask(:,:,1).*d4;

```

```

figure,show(f2);

s2=mean(mean(vol_mask(:,:,1).*d4))

%-----
% Min signal(NS)**s3***
%-----
show(pic);

hold on

[x,y] = ginput(1);

t = 0:pi/15:2*pi;

R0 = 10;

xi = R0*cos(t)+x;

yi = R0*sin(t)+y;

LineHandler = line(xi,yi,'LineWidth',1,'Color',[.8 0 0]);

%-----
% ROI_10%_volume
%-----

roimask = poly2mask(xi,yi, size(pic(:,:,1),1),size(pic(:,:,1),2));

region = find(roimask);

for n=1:15

vol_mask(:,:,n)=double(roimask(:,:,));

end

%-----
% mean_ROI_80%
%-----

d5=dicomread('IM_0536');

d6=double(d5);

f3=vol_mask(:,:,1).*d6;

figure,show(f3);

s3=mean(mean(vol_mask(:,:,1).*d6))

%-----
% MAX signal(MS)_Min signal(NS)

```



```

%-----
MS = s2

NS = s3
%-----
% Percent Image Uniformity (PIU)
%-----

min_uniform = NS
max_unifrom = MS
A1=max_unifrom - min_uniform
A2=max_unifrom + min_uniform
A3=A1/A2

%-----
% image unifromity
%-----
im_uniformity = (1-(A3))*100

```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

3) สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (signal-to-noise ratio)

```

clear all

p=dicomread('IM_0288');
pic=double(p);
figure,show(pic);

%-----
% Mean signal(MS)_80% ^^^^s1^^^^
%-----
show(pic);

hold on
[x,y] = ginput(1);
t = 0:pi/15:2*pi;
R0 = 80;
xi = R0*cos(t)+x;
yi = R0*sin(t)+y;
LineHandler = line(xi,yi,'LineWidth',1,'Color',[.8 0 0]);

% ROI_80%_volume

roimask = poly2mask(xi,yi, size(pic(:,:,1),1),size(pic(:,:,1),2));

region = find(roimask);

for n=1:15
vol_mask(:,:,n)=double(roimask(:,:,n));
end
% mean_ROI_80%
d=dicomread('IM_0288');

d2=double(d);

f1=vol_mask(:,:,1).*d2;

figure,show(f1);

```


%

 $SNR = MS/NS$

%



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าเวลาการฟ่อนคลายแบบ T₁

```

clear all

%-----
TR=[ 50 75 100 200 400 800 1200 2400 3600 4800 ];
sle=20;
slb=1;
nslices=sle-slb+1;
imdim=nslices;
for slnum = 1:nslices
    if slnum<10
        temp1=['IM_000',num2str(slnum)];
    else
        temp1=['IM_00',num2str(slnum)];
    end
    temp = dicomread(temp1);
    g = double(temp);
    ph(:,:,slnum)= g;
end

%-----
show(squeeze(ph(:,:,2)));

BWI=roipoly;
bwi=double(BWI);
ki=sum(sum(bwi));

I1=zeros(1,sle);

for i=1:sle;

    imbw=bwi.*ph(:,:,i);

    I1(1,i)=sum(sum(imbw))/ki;

```

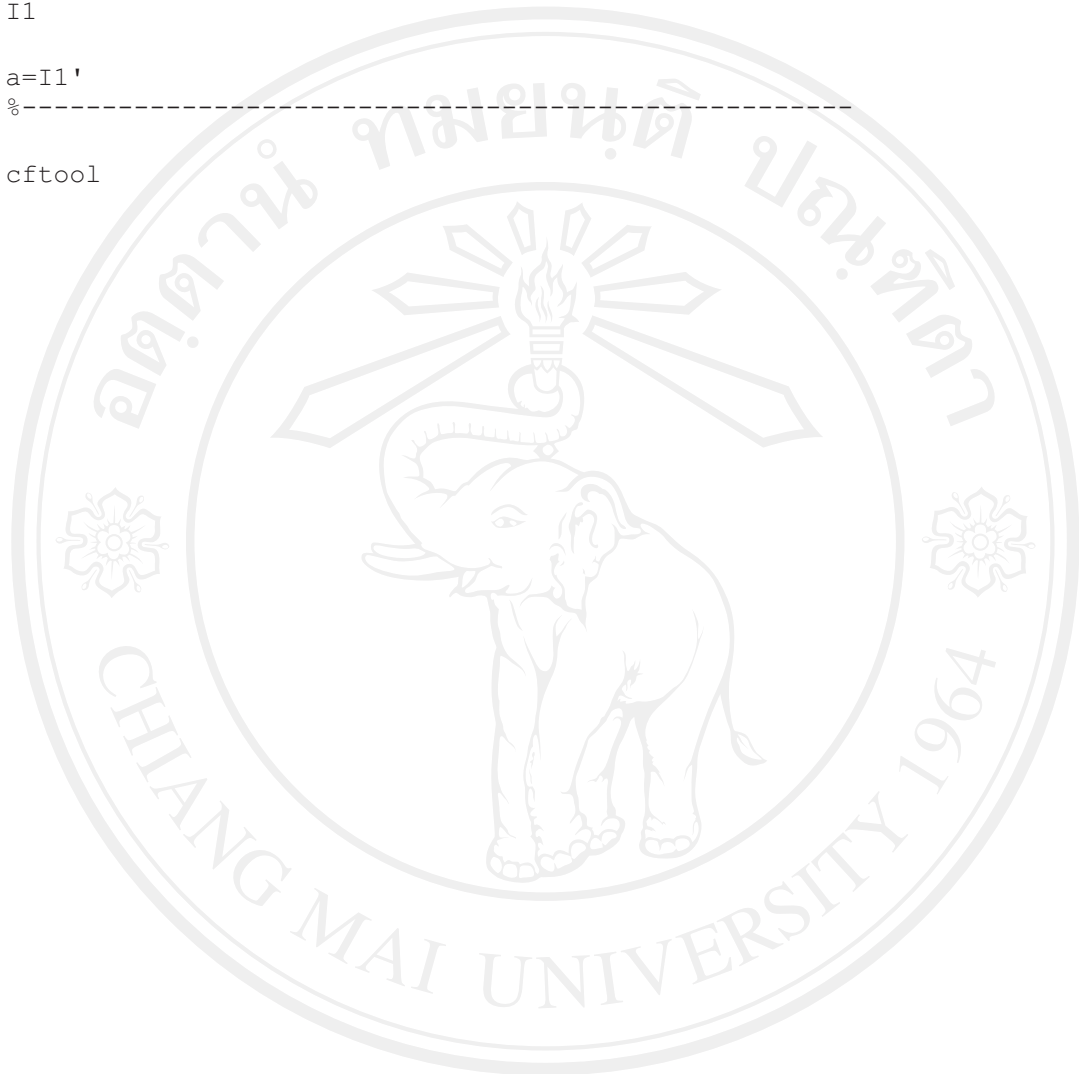
end

I1

a=I1'

%-----

cftool



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) สคริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าเวลาการฟ่อนคลายแบบ T₂

```

clear all

%-----
TE=[ 15 30 45 60 75 90 105 200 ];
sle=8;
slb=1;
nslices=sle-slb+1;
imdim=nslices;
for slnum = 1:nslices
    if slnum<10
        temp1=['IM_000',num2str(slnum)];
    else
        temp1=['IM_00',num2str(slnum)];
    end
    temp = dicomread(temp1);
    g = double(temp);
    ph(:,:,slnum)= g;
end

%-----
show(squeeze(ph(:,:,2)));

BWI=roipoly;
bwi=double(BWI);
ki=sum(sum(bwi));

I1=zeros(1,sle);

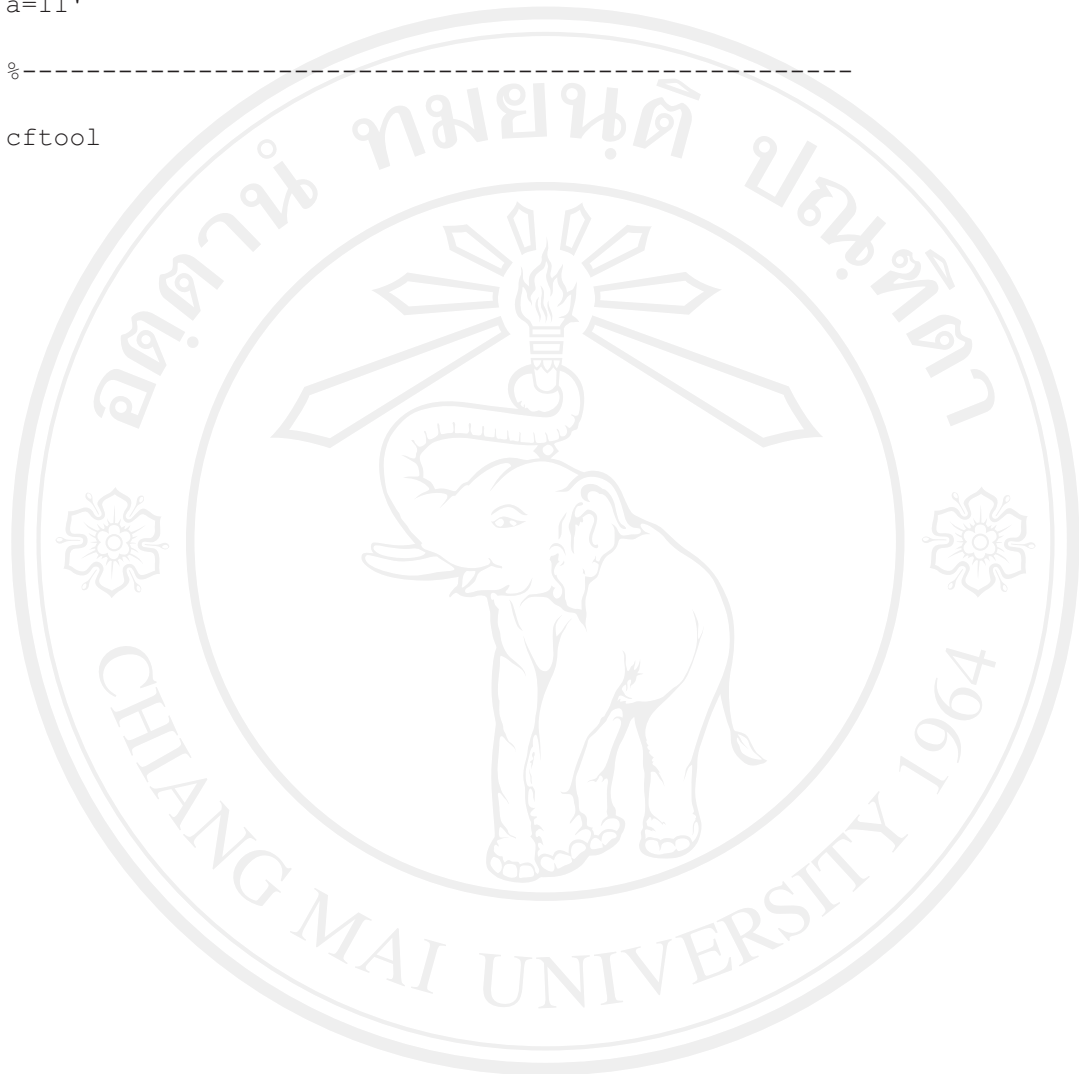
for i=1:sle;

    imbw=bwi.*ph(:,:,i);

    I1(1,i)=sum(sum(imbw))/ki;

```

```
end  
I1  
a=I1'  
%-----  
cftool
```



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6) สกริปต์โปรแกรม MATLAB เพื่อการหาค่าเวลาการผ่อนคลายแบบ T₂*

```

clear all

%-----
TE=[ 1.9 5.1 8.4 11.7 14.9 18.2 21.5 24.7 ];
sle=8;
slb=1;
nslices=sle-slб+1;
imdim=nslices;
for slnum = 1:nslices
    if slnum<10
        temp1=['IM_000',num2str(slnum)];
    else
        temp1=['IM_00',num2str(slnum)];
    end
    temp = dicomread(temp1);
    g = double(temp);
    ph(:,:,slnum)= g;
end

%-----
show(squeeze(ph(:,:,2)));axis square;
hold on
[x,y] = ginput(1);
t = 0:pi/15:2*pi;
R0 = 10;
xi = R0*cos(t)+x;
yi = R0*sin(t)+y;
LineHandler = line(xi,yi,'LineWidth',1,'Color',[.8 0 0]);

```

```

%-----
roimask = poly2mask(xi,yi, size(ph(:,:,1),1),size(ph(:,:,1),2));
bwi=double(roimask);
ki=sum(sum(bwi));
I1=zeros(1,sle);
for i=1:sle;
    imbw=bwi.*ph(:,:,i);
    I1(1,i)=sum(sum(imbw))/ki;
end
cftool

```

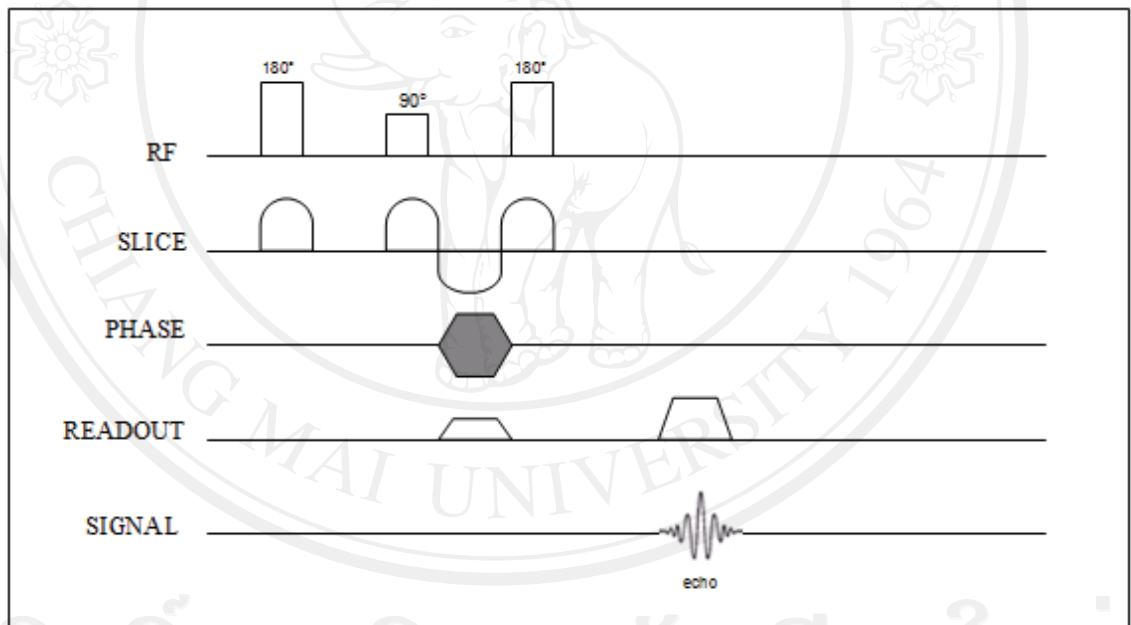
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาคผนวก จ

แผนภาพลำดับพัลส์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนภาพลำดับพัลส์แบบอินเวอร์ชัน รีคอบเวอรี (Inversion Recovery pulse sequence หรือ IR)

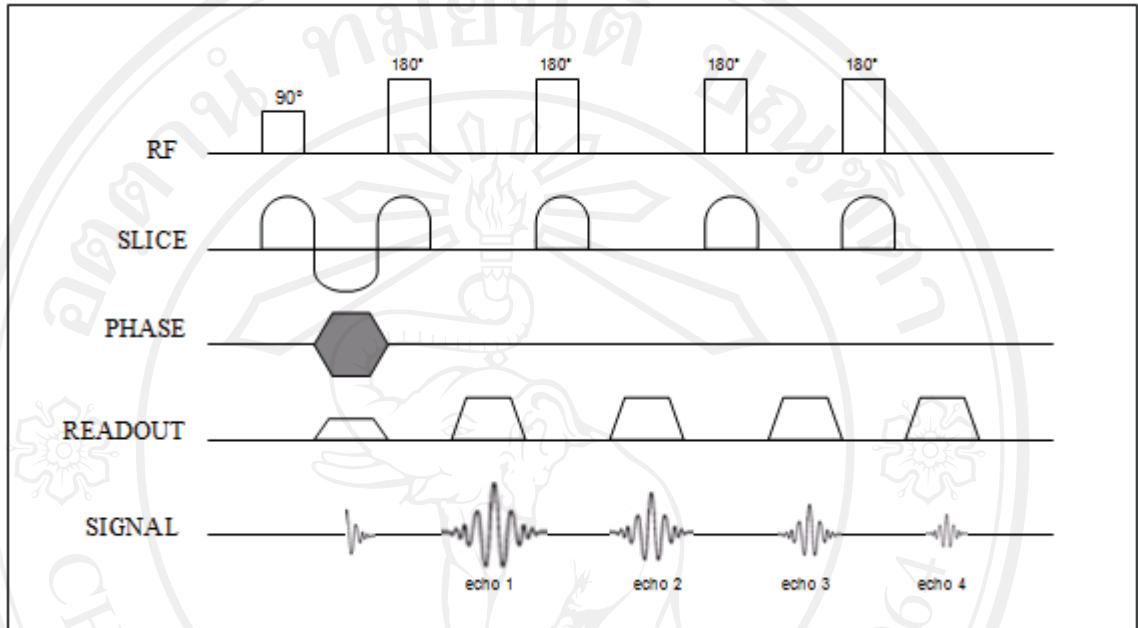
ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่า T_1 ตั้งค่า $TR = 10000$ มิลลิวินาที ค่า $TE = 70$ มิลลิวินาที และตั้งค่า $TI = 50, 75, 100, 200, 400, 800, 1600, 2000, 2400, 3600$ และ 4800 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แผนภาพแสดง Inversion Recovery pulse sequence

2. แผนภาพลำดับพัลส์แบบสปินมัลติเอคโค (Spin Multi echo pulse sequence)

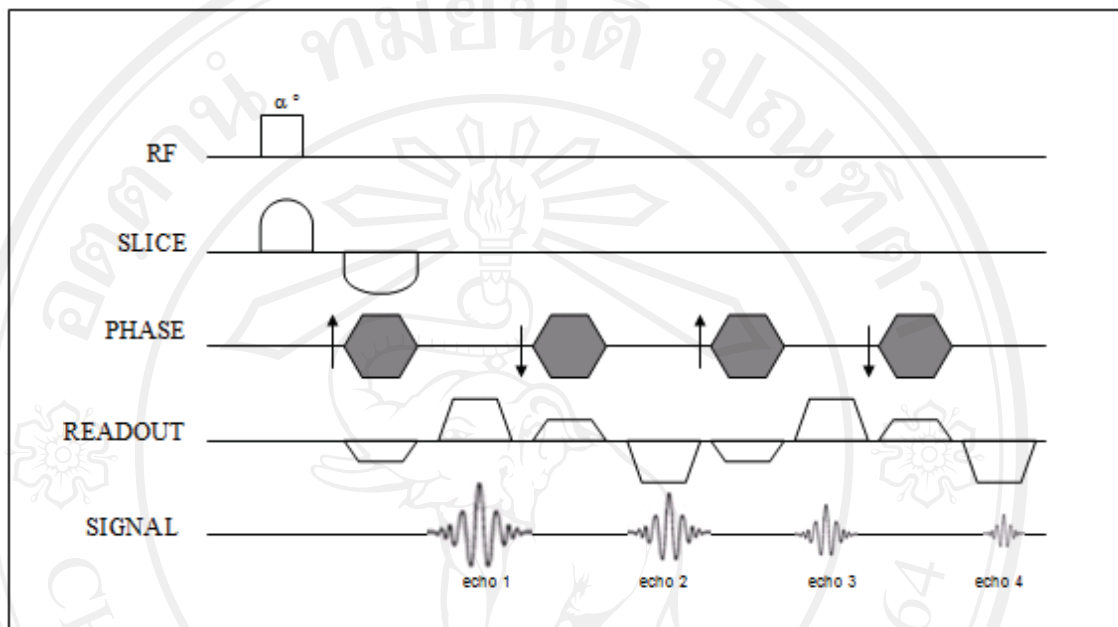
ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่า T_2 ตั้งค่า $TR = 2000$ มิลลิวินาที และตั้งค่า $TE = 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105$ และ 120 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 แผนภาพแสดง Spin Multi echo pulse sequence

3. แผนภาพลำดับพัลส์แบบมัลติเทอร์โบฟิวเอคโค (Multi Turbo Field Echo)

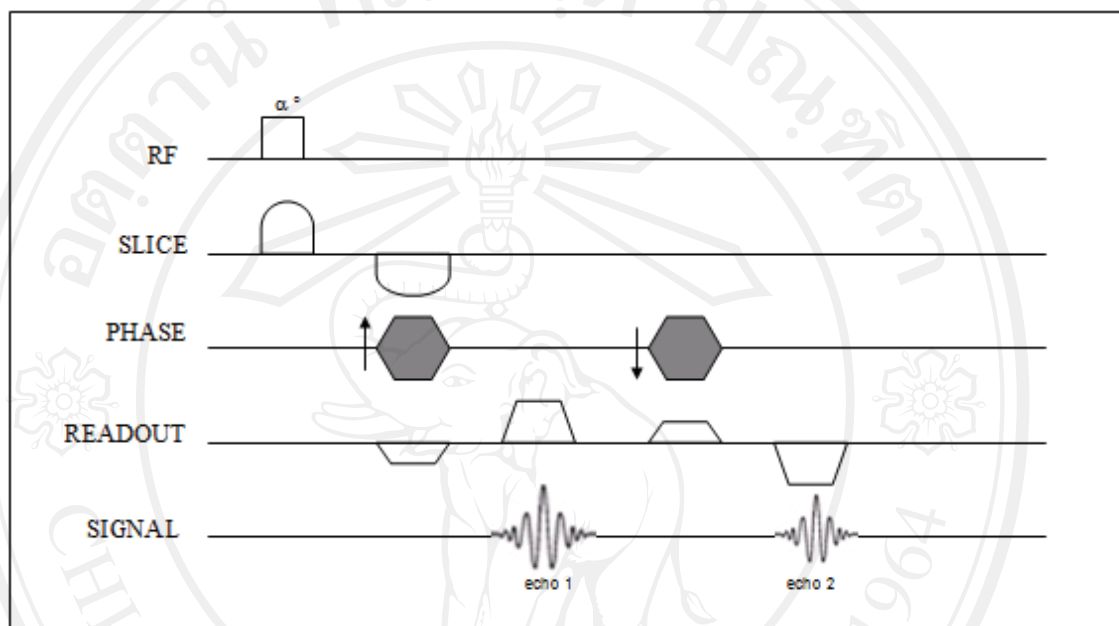
ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่า T_2^* ตั้งค่า TR = 2000 มิลลิวินาที และตั้งค่า TE = 1.9, 5.1, 8.4, 11.7, 14.9, 18.2, 21.5 และ 24.7 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 แผนภาพแสดง Multi Turbo Field Echo pulse sequence

4. แผนภาพลำดับพัลส์แบบดูออลเกรเดียนเอคโค่ (Dual Gradient echo)

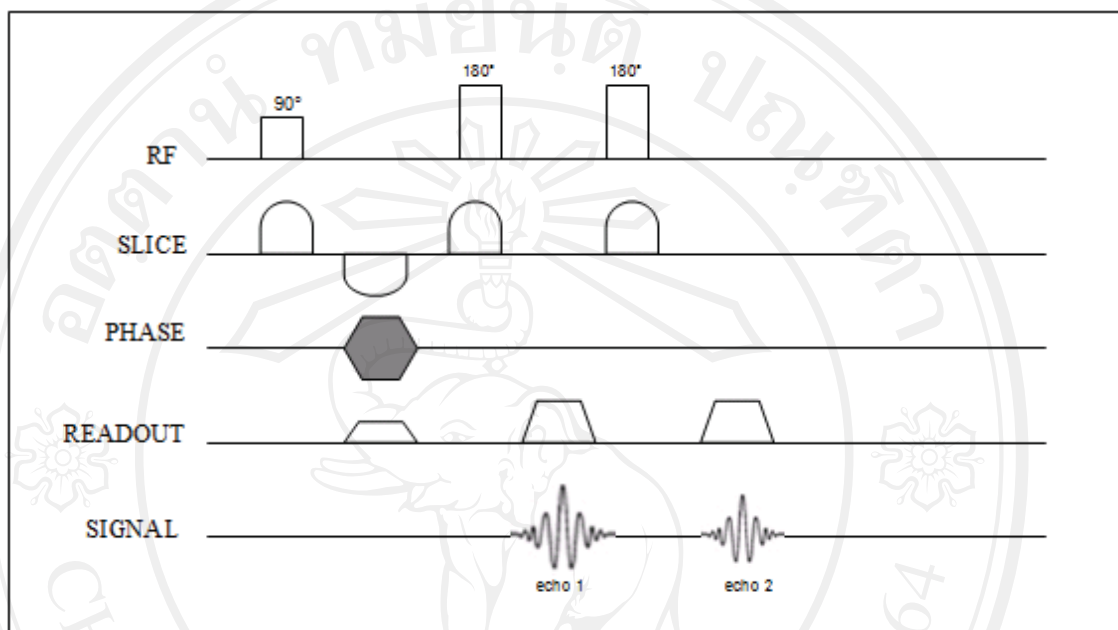
ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก และเพื่อวัดค่าความเปอร์เซ็นต์ความ สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็ก ตั้งค่า TR = 2000 มิลลิวินาที และตั้งค่า TE = 10 และ 13 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 แผนภาพแสดง Dual Gradient echo pulse sequence

5. แผนภาพลำดับพัลส์แบบดับเบิลสปินเอคโค่ (Double spin echo)

ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่าสัดส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน ตั้งค่า $TR = 1000$ มิลลิวินาที และตั้งค่า $TE = 20$ และ 22 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 แผนภาพแสดง Double spin echo pulse sequence

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาว ศิริพรรณ รักษาคำ

วัน เดือน ปี เกิด

7 ตุลาคม 2528

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2546

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย พิษณุโลก

ปีการศึกษา 2551

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตรรังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยนเรศวร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved