การศึกษาวงรอบการทดสอบซ้ำของหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาดดิสค์

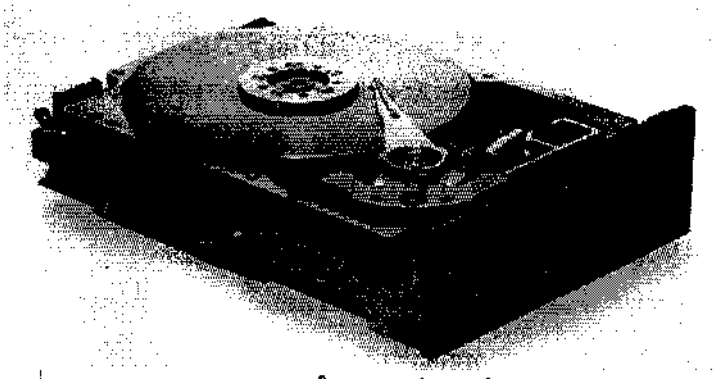
อุทัย ตรีเพชรรัตน์*

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วิวัฒนาการของฮาร์ดดิสค์มีมายาวนานพอสมควรโดยเริ่มจากการพัฒนาหน่วยความจำสำรองที่ใช้กับระบบเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ในระยะแรกๆจะใช้แผ่นจานแม่เหล็กขนาดใหญ่หลายๆแผ่นซ้อนกัน เพื่อให้มีความจุมากขึ้น ปัจจุบันเทคโนโลยีของการ บรรจุข้อมูลที่เรียกว่า ฮาร์ดดิสค์ หรือ ฟิกซ์ดิสค์ หรือ วินเชสเตอร์ มีขนาดเล็กกระทัดรัดมีความจุได้มากกว่า 500 MB ขึ้นไปโดยขนาดของฮาร์ดดิสค์ ที่นิยมในปัจจุบันมีขนาด 5.25 นิ้ว และ 3.5 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดเล็กพอที่จะใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบัน โดยปกติโครงสร้างของฮาร์ดดิสค์จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญหลักๆคือ

1. ตัวถังของฮาร์ดดิสค์จะเป็นส่วนที่ห่อหุ้มอุปกรณ์ภายในฮาร์ดดิสค์เพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่ จะเข้าไปแทรกในช่องว่างระหว่างหัวอ่านกับแผ่นดิสค์ซึ่งอาจจะทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนผิวดิสค์ ทำให้ผิวดิสค์เกิดการเสียหาย และไม่สามารถเก็บข้อมูลได้
2. จากตัวถังที่ห่อหุ้มฮาร์ดดิสค์ถ้าดูต่อไปข้างในจะพบว่ามีแผ่นฮาร์ดดิสค์ที่ทำมาจากอลูมิเนียม ที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็กที่เป็นตัวนำทางไฟฟ้าเพื่อสำหรับที่จะไว้เก็บข้อมูลซึ่งปกติจะมีอยู่ด้วยกันประมาณ 2-3 แผ่นซึ่งแต่ละแผ่นจะสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งสองหน้า
3. จากนั้นเราจะเห็นแกนกลางของแผ่นดิสค์ก็คือ Motor นั่นเองซึ่งจะทำหน้าที่ขับแผ่นดิสค์ ให้หมุนไปตามความเร็วที่ถูกกำหนดไว้แล้ว
4. หัวอ่านเขียนซึ่งจะยึดติดกับแขนที่ยื่นออกไปบนแผ่นดิสค์โดยจะทำหน้าที่ทั้งอ่านและเขียนข้อมูลโดยอาศัยหลักการสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
5. แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งควบคุมการทำงานของหัวอ่านเขียนและการหมุนดิสค์โดยแผงวงจรนี้จะถูกเชื่อมต่อไปที่คอมพิวเตอร์โดยสายเคเบิลที่มีลักษณะเป็นแผงโดยคอมพิวเตอร์ จะส่งสัญญานควบคุมผ่านแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้อีกครั้งหนึ่งโดยแผงวงจรนี้จะทำหน้าที่แปลคำสั่งเป็นสัญญานทางไฟฟ้าเพื่อกระทำให้หัวอ่านเขียนเป็นแม่เหล็กตามจังหวะข้อมูลที่เข้ามา

* ปัจจุบันเป็นวิศวกรด้านเครื่องมือทดสอบหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสค์ ที่บริษัทซีเกท ประเทศไทย

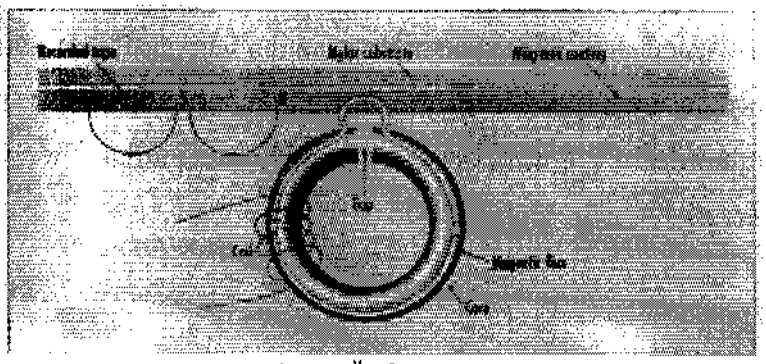


รูปที่ 3. แสดงส่วนประกอบภายในของฮาร์ดดิสค์

การพิจารณาคุณภาพของหัวอ่านของฮาร์ดดิสค์จะใช้ค่า Non - Linear Transition Shift (NLTS) เป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาซึ่งมีความหมายดังนี้ ค่า NLTS เป็นตำแหน่งขอบที่ทำการเขียนข้อมูลที่ไม่คงที่ ซึ่งจะเกิดขึ้นในแต่ละครั้งของการเขียนข้อมูล ซึ่งค่านี้จะทำให้เกิดปัญหาการตรวจจับหรือถ่านสัญญานผิดพลาดเพราะ สัญญานนาฬิกาไม่ตรงกับ สัญญานของข้อมูล ซึ่งส่วนประกอบที่ทำให้เกิดค่านี้คือ คุณภาพของ แผ่น Media และหรือ ปัญหาใน เรื่องของคุณภาพหัวอ่านเขียนข้อมูลเอง ซึ่งค่านี้เราจะมีการควบคุมให้อยู่ในระดับหนึ่งที่ยอมรับได้ โดยส่วนประกอบที่สำคัญของการอ่านเขียนข้อมูลจะประกอบด้วย

1. แกนเหล็ก (Core)
2. ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก(Coil)
3. แผ่นสื่อข้อมูลหรือแผ่นดิสค์(Media)

โดยการเขียนข้อมูลเราจะให้กระแสไฟฟ้าไหลไปตามขดลวดที่พันอยู่รอบแกนเหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิด สนามแม่เหล็กรอบๆแกนเหล็กซึ่งจะมีช่องว่าง(Gap)ซึ่งเป็นจุดที่จะเหนี่ยวนำข้อมูลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กบนแผ่นสื่อข้อมูลดังรูป ในทางกลับกันถ้าต้องการอ่านข้อมูลจากสื่อก็จะใช้หลักการเหนี่ยวนำข้อมูลที่ เป็นสนามแม่เหล็กทำให้เกิดกระแสไหลตามกฎของเลนส์เมื่อผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์เราก็สามารถ อ่านค่าข้อมูลที่ถูกต้องออกมาได้



รูป แสดงลักษณะการอ่านเขียนทางไฟฟ้า

เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนผ่านเข้าสู่ขดลวดซึ่งพันอยู่รอบแกนเหล็ก ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดและผ่านช่องว่างของแกนเหล็กไปสู่แผ่น Disk หรือ Media ในลักษณะขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้ หรือเป็นสัญญาณที่เราอาจจะเรียกว่า "0" และ "1" ซึ่งในฮาร์ดดิสค์จะเขียนข้อมูลแบบนี้จนครบ 1 รอบ จึงจะถือว่าเป็นการจบขั้นตอนการเขียน แต่ในทางการทดสอบหัวอ่านเขียนข้อมูลเราจะทดสอบ ในลักษณะแบบนี้อาจจะ 1 รอบ หรือ 2, 3 ,4 หรือ 5 จากนั้นจึงจะนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล เพื่อจะยอมรับหรือไม่ตามสเปกที่กำหนดไว้จากผู้ที่จะซื้อหัวอ่านเขียนนั้นๆ หรือ ขึ้นอยู่กับการ ออกแบบและการทดลองของฮาร์ดดิสค์รุ่นนั้นๆ

หัวอ่านเขียนข้อมูลเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ Harddisk ในระบบการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมี อยู่ประมาณ 2-4 หัวอ่านต่อ Harddisk 1 ตัว ทำให้ปริมาณการใช้หัวอ่านเขียนข้อมูลมีมาก บริษัทซีเกทเทคโนโลยีประเทศไทยจำกัดมีโรงงานผลิตฮาร์ดดิสค์เพื่อการส่งออกเพื่อให้ฮาร์ดดิสค์ที่ผลิตคุณภาพสูงในระดับที่ทั่วโลกยอมรับได้ ทางบริษัทจึงทำการทดสอบคุณภาพของสินค้าที่ผลิตอย่างเข้มงวด รวมทั้งหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสค์ด้วย เพื่อให้การทดสอบคุณภาพของหัวอ่านเขียน มีความรวดเร็วหรือมีจำนวนเครื่องทดสอบมี เพียงพอต่อปริมาณการใช้ทดสอบหัวอ่านเขียน วิธีการหนึ่งที่อาจจะช่วยเพิ่มปริมาณการทดสอบหัวอ่านเขียนได้ ก็คือการลดวงรอบของการทดสอบซ้ำ เพื่อลดเวลาของการทดสอบให้น้อยลงโดยไม่ให้มีผลกระทบต่อ คุณภาพของข้อมูลหรือชิ้นงานที่ได้

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวงรอบการทดสอบซ้ำของหัวอ่านเขียน ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการอ่านเขียนข้อมูลหรือไม่อย่างไร
2. เสนอวงรอบการทดสอบหัวอ่านเขียนที่ดีที่สุดเพื่อที่สามารถลดเวลาการทดสอบหัวอ่านเขียนแต่ละตัว

3. ขอบเขตการศึกษา

จะศึกษาความแตกต่างของแต่ละวงรอบของการอ่านเขียนข้อมูลว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยจะศึกษาที่ผลิตภัณฑ์ ที่ชื่อ Spark4 ที่มีการผลิตขึ้นในโรงงานของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งมีการทดสอบหัวอ่านเขียน 5 วงรอบของการทดสอบซ้ำโดยจะทำการศึกษา ผลของการทดสอบกับวงรอบซ้ำที่ 4,3,2 และ 1 ตามลำดับ

4. วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 แบบแผนการทดลอง

จะศึกษาโดยวิธีการออกแบบแผนการทดลอง (Design Of Experiment) โดยจะใช้แผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design ซึ่งคือการทดลองที่มีการทำการทดลองซ้ำในแต่ละหน่วยการ ทดลอง(Block) เพื่อจุดประสงค์ในการลด Noise Effect ซึ่งมี ตัวแบบทางสถิติ เป็นดังนี้

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$; i = 1,2,..., a ; j = 1,2,..., n โดยที่

μ เป็นค่าเฉลี่ยของประชากร

τ_i เป็นจำนวนรอบของการทดสอบ โดยที่ i = 1 ถึง a

β_j เป็นจำนวน Block ของการทดสอบ โดยที่ j = 1 ถึง n

ε_{ij} เป็นค่าความผิดพลาดของตัวแบบ (Model)

4.2 สมมุติฐานการศึกษา

โดยที่สมมุติฐานของการทดสอบจะเป็นดังนี้

H_0 : $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5$;โดยที่ τ_i เป็นจำนวนรอบของการทดสอบ โดยที่ i = 1 ถึง 5

H_1 : มี τ_i อย่างน้อย 1 คู่ไม่เท่ากัน และ

H_0 : $\square_1 = \square_2 = \square_3 = \square_4 = \square_5$;โดยที่ $\square_1$ เป็นจำนวนบล็อกในที่นี้ก็คือ หัวอ่านเขียนข้อมูล โดยที่ i = 1 ถึง 5

H_1 : มี $\square_i$ อย่างน้อย 1 คู่ไม่เท่ากัน

ในกรณีของ□ □หรือแต่ละหัวอ่านเขียนจะแสดงไว้ในตาราง Anova เพื่อต้องการแยกความแตกต่างระหว่างหัวอ่านเขียนและวงรอบเท่านั้นซึ่งเราทราบอยู่แล้วว่าหัวอ่านเขียนแต่ละหัวมีความแตกต่างกัน

4.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1. เลือกหัวอ่านเขียนข้อมูลอย่างสุ่มที่มาจากสายการผลิตปกติ n ตัว

ต้องการหาจำนวน n จากสูตร.

$\Phi^2 = nD^2/2a\sigma^2$

D = ความแตกต่างของค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 15

a = treatment ในที่นี้คือ 5 treatments

σ = Variance ของกลุ่มงานตัวอย่างเท่ากับ 5

แทนค่าลงในสูตร $\Phi^2 = n15^2/(2*5*5^2)$

$= 0.9n$

แทนค่า n แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเปิดตาราง OC curve โดยใช้ค่า $\alpha = 0.01$

n	Φ^2	Φ	a(n-1)	β	1-β
4	3.6	1.90	15	0.4	0.6
5	4.5	2.12	20	0.25	0.75
6	5.4	2.32	25	0.15	0.85
7	**6.3**	**2.51**	**30**	**0.045**	**0.955**
8	7.2	2.68	35	0.02	0.98

ที่ n = 7 จะให้ค่า power of test (1-β) มากกว่า 90

ขั้นตอนที่ 2. นำหัวอ่านเขียนข้อมูลที่ได้ไปทดสอบที่เครื่องทดสอบ(เครื่องเดิม) ที่สามารถตั้งวงรอบการทดสอบได้แบบ 5, 4, 3, 2, 1 วงรอบซ้ำ โดยตัวงานทุกตัวจะถูกวัดที่ทุกวงรอบซ้ำอย่างสุ่ม

วงรอบการทดสอบซ้ำ			**จำนวนงาน(ซ้ำ)**				
	Head1	Head2	Head3	Head4	Head5	Head6	Head7
วงรอบที่ 5	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17
วงรอบที่ 4	y21	y22	y23	y24	y25	y26	y27
วงรอบที่ 3	y31	y32	y33	y34	y35	y36	y37
วงรอบที่ 2	y41	y42	y43	y44	y45	y46	y47
วงรอบที่ 1	y51	y52	y53	y54	y55	y56	y57

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์จะใช้ตาราง Analysis of variance ในการวิเคราะห์ และดูค่า F-Test ของแต่ละ Factor ที่ Alfa(α) = 0.05 ถ้าผลการทดสอบแสดงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญของ Factor ที่มีมากกว่า 2 parameters ก็จะทำการทดสอบ Mean โดยใช้วิธีการของ Duncan's multiple range test.

5. ผลการศึกษา

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 1 และตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

วงรอบการทดสอบซ้ำ	(ค่าNLTS) จำนวนงาน(ซ้ำ)							
	Head 1	Head 2	Head 3	Head 4	Head 5	Head 6	Head 7	$y_{i.}$
วงรอบที่ 5	14.576	15.498	18.343	14.917	14.84	16.624	16.501	111.299
วงรอบที่ 4	13.778	15.048	20.233	15.315	15.28	17.655	16.446	113.755
วงรอบที่ 3	14.3	14.535	18.985	15.068	14.49	18.768	16.954	113.1
วงรอบที่ 2	14.736	15.729	19.116	15.23	14.475	17.76	15.978	113.024
วงรอบที่ 1	14.248	15.014	19.018	15.416	13.915	16.809	15.094	109.514
$y_{.j}$	71.638	75.824	95.695	75.946	73	87.616	80.973	

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	*SS*	*Df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Treatments (วงรอบ)	1.702061	4	0.425515	**1.3305**	0.287322	2.776289
Blocks (หัวอ่าน)	91.60235	6	15.26706	**47.73699**	3.58E-12	2.508187
Error	7.675586	24	0.319816			
Total	100.98	34		$R^2 = 0.924$		

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้ ตาราง Anova จะพบว่าวงรอบในแต่ละวงรอบไม่มีผลต่อค่าที่อ่านได้ โดยที่หัวอ่านแต่ละหัวมีความแตกต่างกัน ในการประยุกต์ใช้งานจะใช้วงรอบการทดสอบแบบ 1 วงรอบแทนการทดสอบแบบ 5 วงรอบ (เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ) ส่วน Block หรือหัวอ่านที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนั้นเราจะไม่นำไปทำการวิเคราะห์ต่อเนื่องจาก การทำการวิเคราะห์แบบ RBD จะแสดงค่านี้ออกมาซึ่งค่านี้เราต้องการดูเป็นข้อมูลเพื่อแยกความแตกต่างออกจากวงรอบเท่านั้นเพื่อจะเห็นข้อมูลของวงรอบที่ชัดเจนมากขึ้น

6. สรุปผลการศึกษา

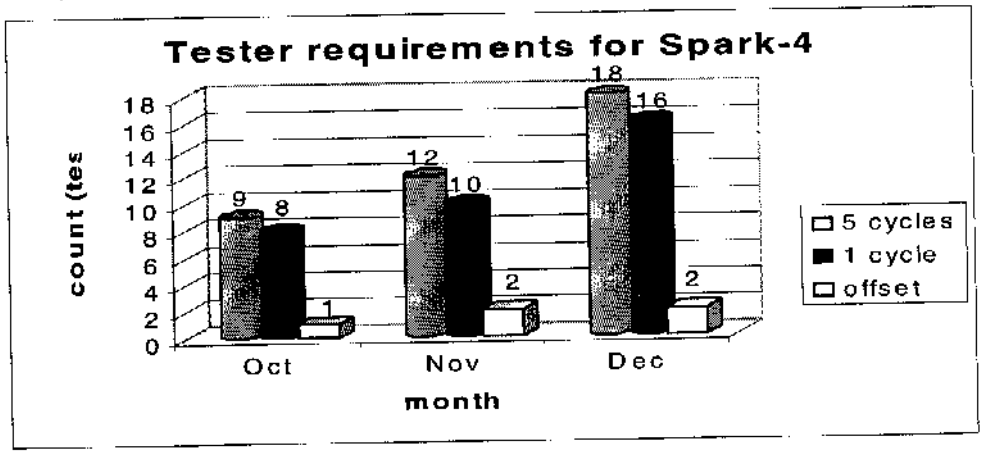
เนื่องจากผลของความไม่แตกต่างกันระหว่างค่าที่อ่านจาก 5 และ 1 รอบนั้น เราควรจะใช้การวัดค่า NLTS แบบ 1 รอบแทนการวัดแบบ 5 รอบ เนื่องจากจะสามารถลดเวลา ในการทดสอบ หัวอ่านเขียนลงได้จากเดิม 2.6 วินาที ต่อการ ทดสอบหัวอ่านเขียน 1 หัวอ่าน โดยจะการคิดเป็นจำนวนตัวต่อวันเปรียบเทียบได้ดังนี้

วิธีการวัด (วงรอบ)	5 วงรอบ	1 วงรอบ	ส่วนต่าง
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวัด 1 ตัว	26 วินาที	23.4 วินาที	2.6 วินาที
จำนวนตัวต่อชั่วโมง	138.4615	153.8462	15.40 ตัว
จำนวนตัวต่อวัน (21 ชั่วโมง)	2907.692	3230.769	323.1 ตัว

จำนวนงานที่จะต้องถูกทดสอบจริงในแต่ละเดือนจะคำนวนจาก จำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน คูณ ด้วยจำนวนตัวต่อวัน จากนั้นนำไป หาร กับจำนวนงานที่จะถูกวัดในเดือนนั้นๆโดยจะแสดงค่า เปรียบเทียบให้ตาม ตารางข้างล่างซึ่งเป็นข้อมูลจริงของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี ประทศไทย จำกัด

ผลิตภัณฑ์ ชื่อ Spark-4	**ตุลาคม 2540**	**พฤศจิกายน 2540**	**ธันวาคม 2540**
จำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน	23 วัน	24 วัน	27 วัน
จำนวนงานที่จะถูกวัด	593,000 ตัว	770,000 ตัว	1,363,000 ตัว
จำนวนเครื่องที่จะต้องใช้ สำหรับ การวัดแบบ 5 วงรอบ	8.867 หรือ 9 เครื่อง	11.037 หรือ 12 เครื่อง	17.363 หรือ 18 เครื่อง
จำนวนเครื่องที่จะต้องใช้ สำหรับ การวัดแบบ 1 วงรอบ	7.980 หรือ 8 เครื่อง	9.933 หรือ 10 เครื่อง	15.626 หรือ 16 เครื่อง
ส่วนต่างของการใช้เครื่อง	1 เครื่อง	2 เครื่อง	2 เครื่อง

กราฟแสดงการเปรียบเทียบจำนวนการใช้เครื่องระหว่าง 5 และ 1 วงรอบการทดสอบ



ตารางข้างล่างแสดงถึงข้อดีที่เป็นหัวข้อหลักของการลดเวลาการทดสอบจาก 5 เหลือ 1 วงรอบ

หัวข้อ	**รายละเอียด**	**รวมค่าใช้จ่าย,คน, พื้นที่ ที่ลดลง**
เครื่อง	ราคาเครื่องละ 3.5 ล้านบาท (140,00 USD)	7 ล้านบาท
คน	ช่างเทคนิค 1 คน และพนักงานประจำเครื่อง 1 คนใน แต่ละกะ ซึ่งปัจจุบันมี3 กะ ต่อวัน	8 คน
พื้นที่	พื้นที่ 3 ตารางเมตร ต่อ 1 เครื่อง	6 ตารางเมตร
ทั่วๆไป	ประหยัด พลังงานไฟฟ้า, แรงดันลม, การบำรุงรักษาหรือซ่อมเครื่อง และ อื่นๆ	

บรรณานุกรม

1. Megnetic Recording Head Technology By Seagte Technology Thailand (Teparuk)

2 Inductive & MR Heads Electrical Test & Application By Dr. Lertsak Lekawat Seagate Technology, Thailand (Teparuk)

3. Design and Analysis of Experiments , Third Edition By Douglas C. Montgomery

4. Seagate Summary Cell Capacity Based on MS98-02a revision 1.0 as of Sep 4,1997

5. ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดย ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว (แปลและเรียบเรียง)