

บทที่ 4

การเก็บและวิเคราะห์ผลข้อมูล



ในบทนี้ทำการกล่าวถึง วิธีการเก็บข้อมูลจากโรงไฟฟ้าเพื่อทำการสังเกตพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก (Isentropic Efficiency) ของคอมเพรสเซอร์กับ เวลา ผลของการทำความสะอาดแบบออฟไลน์ (Offline Cleaning) และการทำความสะอาดแบบ ออนไลน์ (Online Cleaning) ต่อค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก (Isentropic Efficiency) จากนั้นทำการหาสมการที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในบทถัดไป นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทำความสะอาดแบบออนไลน์ (Online Cleaning) ว่าเมื่อมีการทำกับไม่ทำความสะอาดแบบออนไลน์นั้นแตกต่างกันหรือไม่อีกด้วย ดังต่อไปนี้

4.1 ค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก (Isentropic Efficiency) กับเวลา

4.1.1 วิธีการเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลเพื่อสังเกตพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิกกับเวลานั้นทำการเก็บข้อมูลจากคอมเพรสเซอร์ในเครื่องกังหันก๊าซ (Gas turbine) 4 เครื่องของโรงไฟฟ้าน้ำพอง ซึ่งในโรงไฟฟ้าน้ำพองมีชุดการผลิตไฟฟ้า 2 ชุด แต่ละชุดประกอบไปด้วยเครื่องกังหันก๊าซ 2 เครื่องและเครื่องกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง โดยเครื่องกังหันก๊าซแบ่งเรียกโดยใช้ชื่อของชุดที่ผลิตและลำดับของเครื่องกังหันก๊าซ นั่นคือกังหันก๊าซเครื่อง 11 (GT11) หมายความว่า เป็นเครื่องกังหันก๊าซตัวที่ 1 จากชุดผลิตที่ 1 กังหันก๊าซเครื่อง 12 (GT12) หมายความว่า เป็นเครื่องกังหันก๊าซตัวที่ 2 จากชุดผลิตที่ 1 กังหันก๊าซเครื่อง 21 (GT21) หมายความว่า เป็นเครื่องกังหันก๊าซตัวที่ 1 จากชุดผลิตที่ 2 และกังหันก๊าซเครื่อง 22 (GT22) หมายความว่า เป็นเครื่องกังหันก๊าซตัวที่ 2 จากชุดผลิตที่ 2 โดยข้อมูลทำการเก็บมีดังนี้

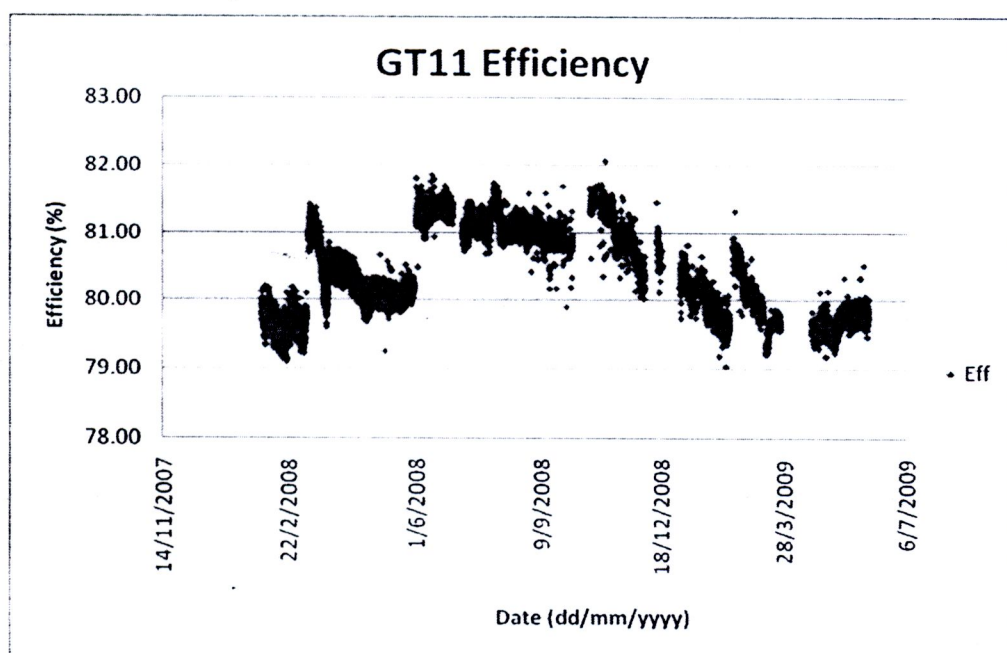
- กำลังการผลิตของเครื่องกังหันก๊าซ (Gas turbine power output) ที่ผลิตได้
- ค่าความดันลด (Pressure drop) ที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์
- ความดันบรรยากาศ
- อุณหภูมิที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์
- อุณหภูมิที่ทางออกคอมเพรสเซอร์
- ความดันที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์
- ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้เดินเครื่องกังหันก๊าซ

- ค่าอัตราการไหลของอากาศ (Air Flow) ที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์

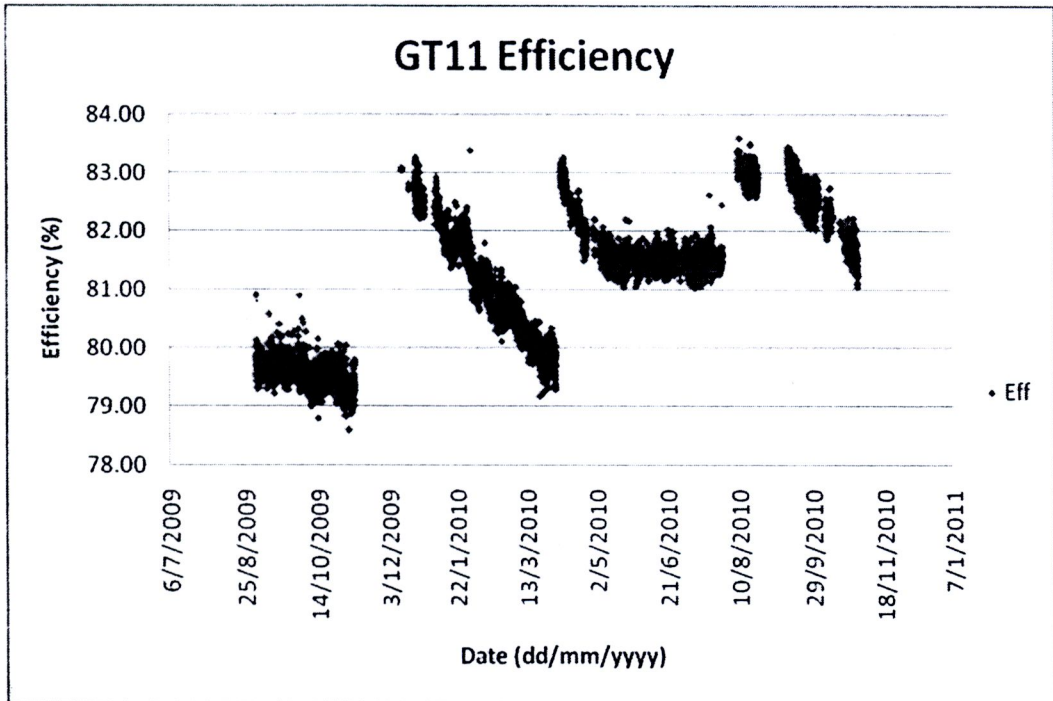
การเก็บข้อมูลข้างต้นทำการเก็บทุกๆ 3 นาทีเป็นระยะเวลา 2 ปี โดยเริ่มจากเดือนกันยายน 2552 ถึงเดือนตุลาคม 2553 รวมกับข้อมูลของจรัส พิสัยพันธ์ [10] ซึ่งได้เริ่มในเดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนพฤษภาคม 2552 (เดือนมิถุนายน – สิงหาคม 2552 ไม่มีข้อมูลเนื่องจากโรงฟ้าน้ำพองได้ปรับปรุงระบบการเก็บข้อมูล) ดังนั้นรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งหมดเป็นเวลา 3 ปี จากข้อมูลที่ทำกรเก็บได้ทำการกรองข้อมูลโดยการตัดข้อมูลที่ต่ำกว่า 60 MW ออกโดยถือว่าเป็นช่วงที่โรงไฟฟ้าไม่มีการเดินเครื่องกังหันก๊าซ เนื่องจากค่ากำลังการผลิต ดังกล่าวเกิดจากการเริ่มเดินเครื่องกังหันก๊าซโดยไม่ได้จ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากทุกๆ 3 นาทีเป็นทุก 30 นาที

4.1.2 การประมวลผลข้อมูล

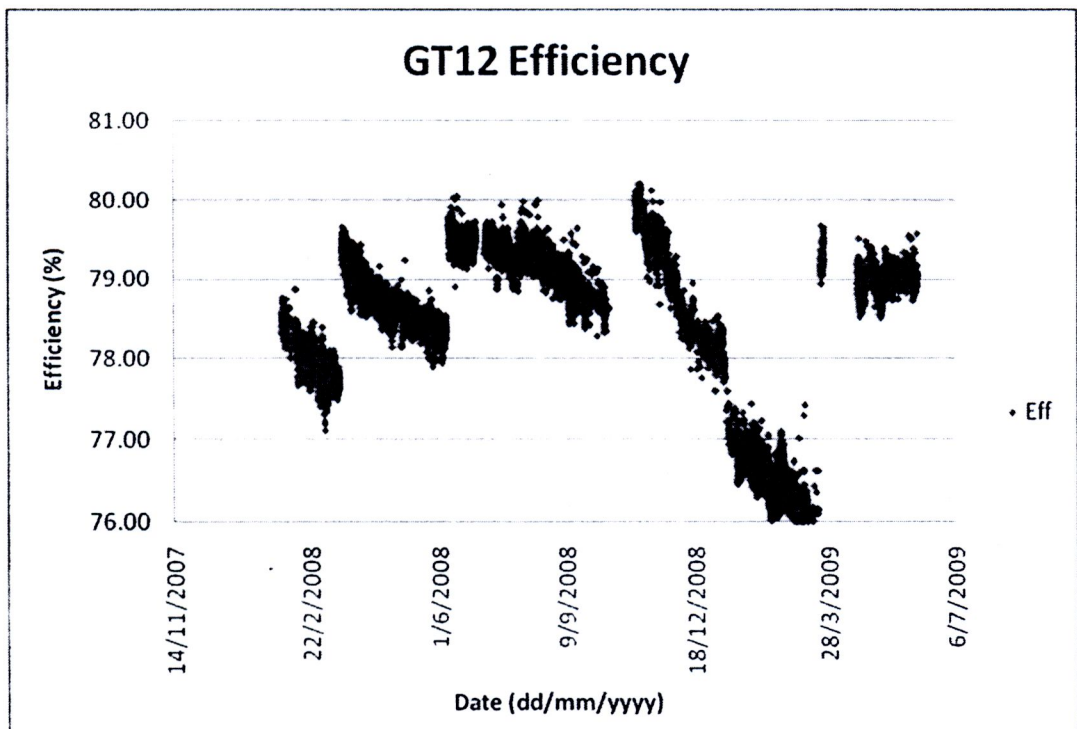
จากข้อมูลที่ได้ในหัวข้อ 4.4.1 นำข้อมูลดังกล่าวมาหาค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก จากสมการที่ 3.1-3.7 เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิกแล้วนำข้อมูลที่คำนวณได้ข้างต้นมาเขียนกราฟกับชั่วโมงเดินเครื่องของแต่ละเครื่องกังหันก๊าซ ดังภาพที่ 4.1-4.8



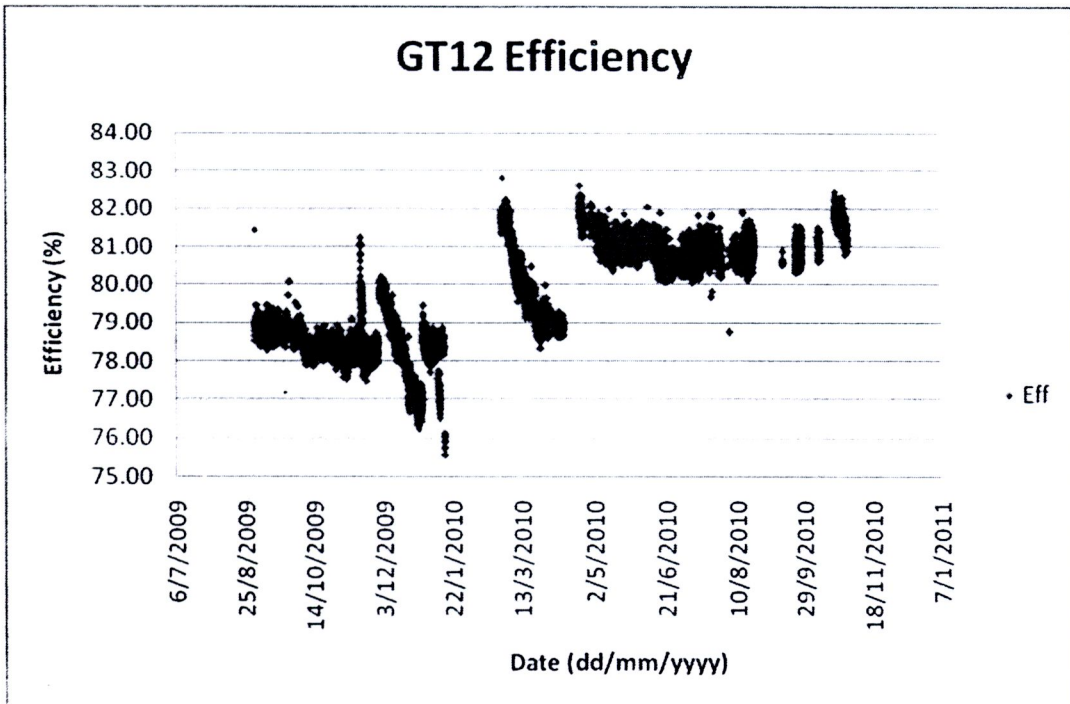
ภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพไอเซนทรอปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT11 ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 [10]



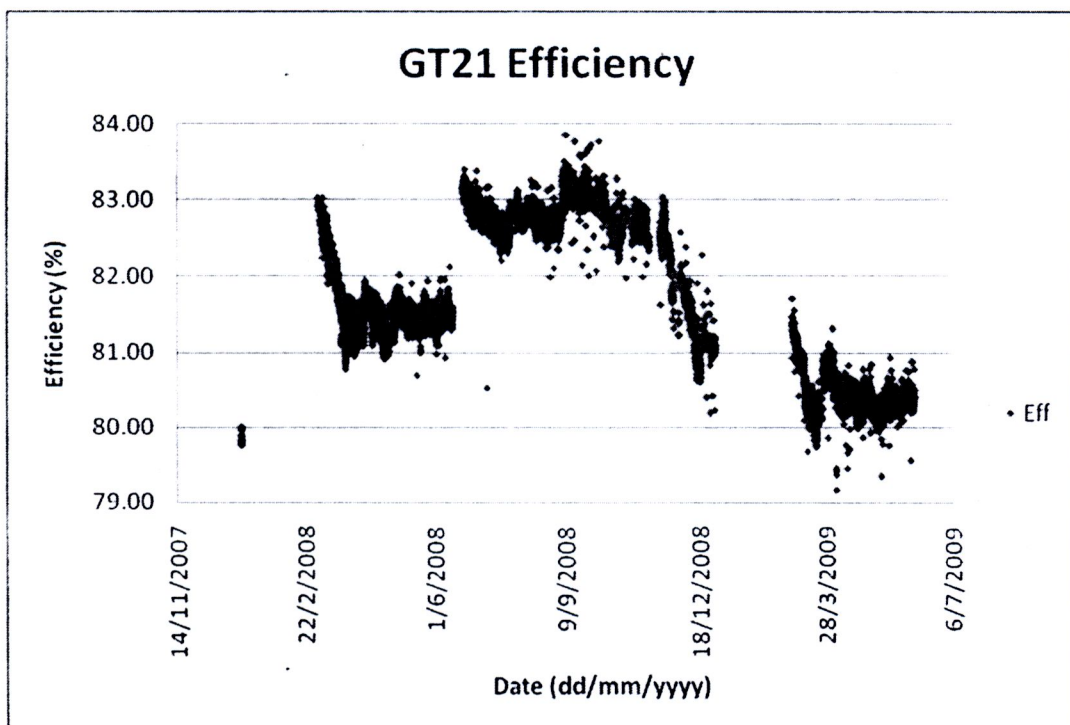
ภาพที่ 4.2 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT11 ระหว่างเดือนกันยายน 2552 – ตุลาคม 2553



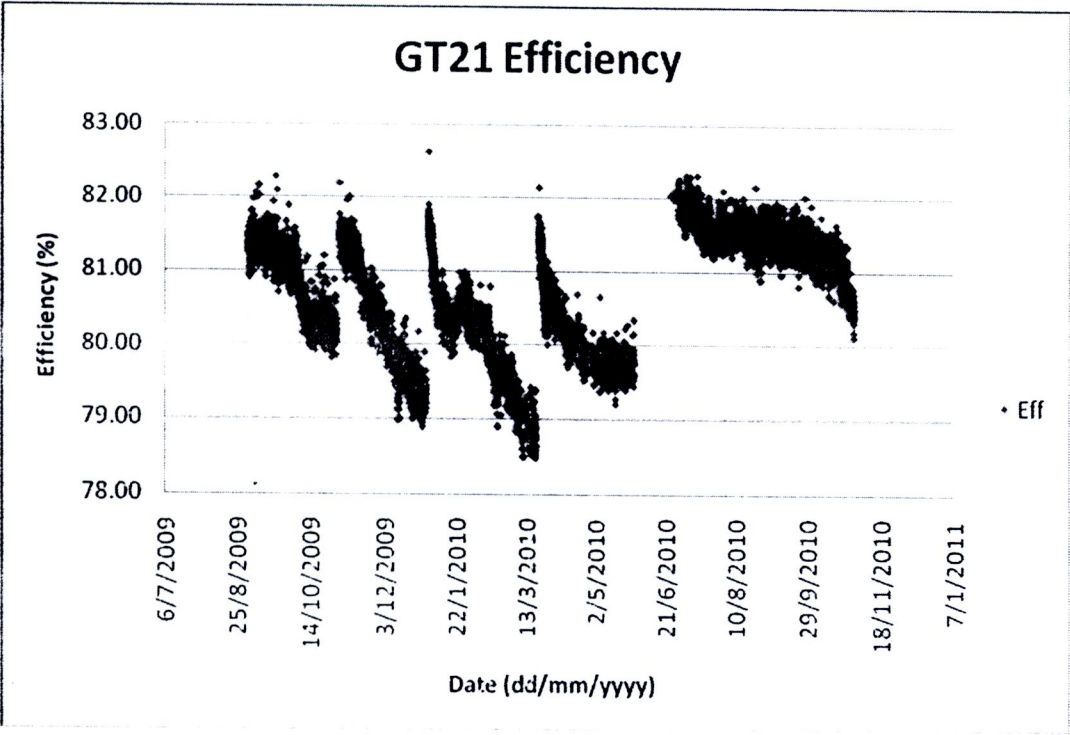
ภาพที่ 4.3 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT12 ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 [10]



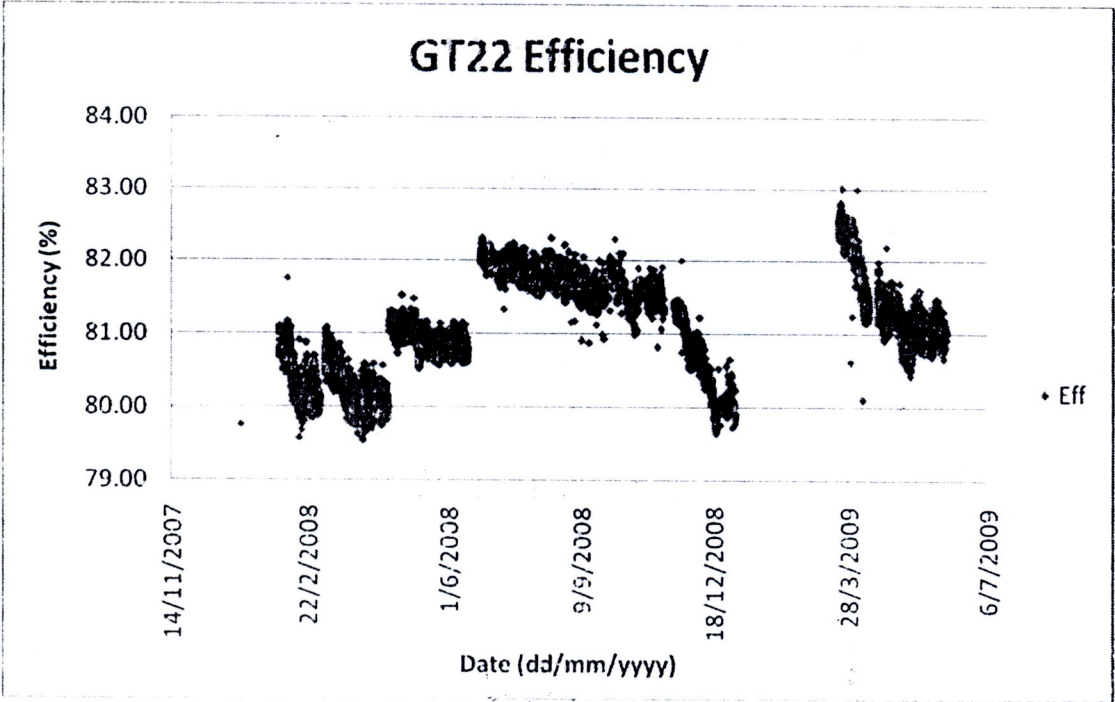
ภาพที่ 4.4 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT12 ระหว่างเดือนกันยายน 2552 – ตุลาคม 2553



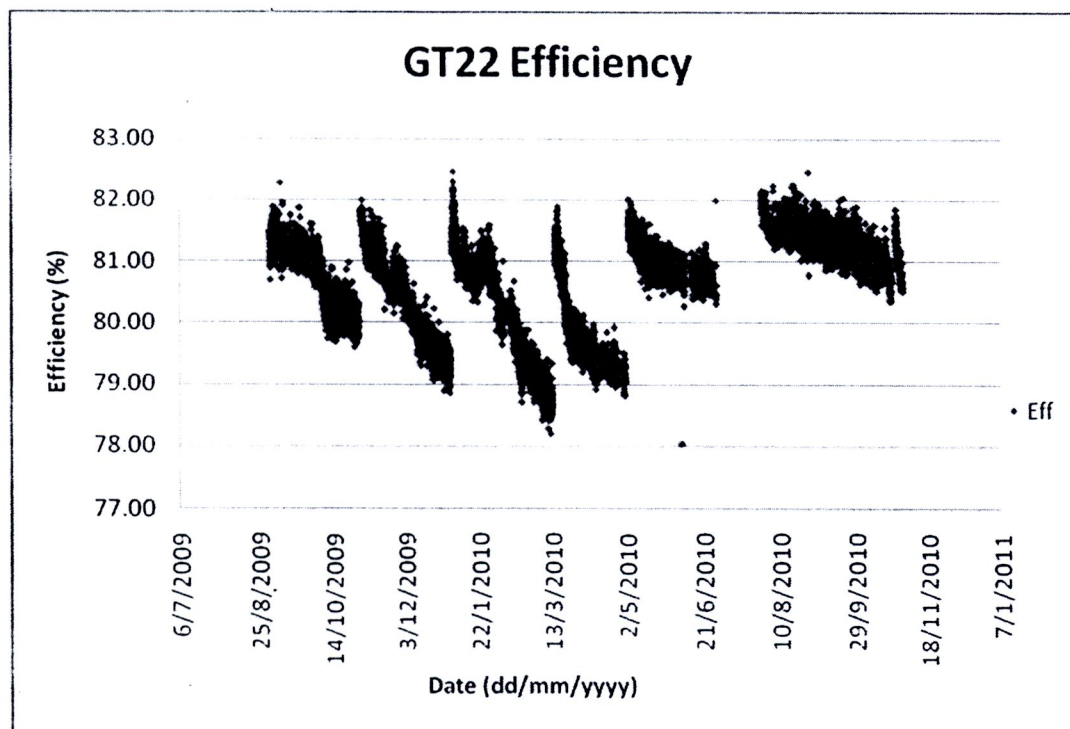
ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT21 ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 [10]



ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT21 ระหว่างเดือน
กันยายน 2552 – ตุลาคม 2553



ภาพที่ 4.7 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT22 ระหว่างเดือน
มีนาคม 2551 – พฤษภาคม 2552 [10]



ภาพที่ 4.8 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซ GT22 ระหว่างเดือนกันยายน 2552 – ตุลาคม 2553

จากภาพที่ 4.1-4.8 เห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกมีค่าลดลงตามเวลาและจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดหลังการทำความสะอาดแบบออฟไลน์

4.2 การหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกกับเวลา

จากข้อมูลการเสื่อมสภาพของคอมเพรสเซอร์ดังภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.8 เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมเพื่อกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำความสะอาดจำเป็นต้องทำการหาสมการที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกกับเวลา โดยได้แยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกๆเดือน เพื่อความละเอียดและถูกต้องแม่นยำในการกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำความสะอาด โดยใช้วิธีเพิ่มเส้นแนวโน้มในโปรแกรม MS Excel โดยใช้ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกแบบสัมพัทธ์ (Relative Isentropic Efficiency) ต่อชั่วโมง มาอธิบายเนื่องจากในแต่ละเครื่องกังหันก๊าซจะมีประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเริ่มต้นในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกันไป และยังสามารถวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกหลังการทำความสะอาดแบบออฟไลน์ ทั้งนี้รายละเอียดทั้งหมดอยู่ในบทที่ 5 หัวข้อที่ 5.1 และหัวข้อที่ 5.3

4.3 ผลการทำความสะอาดแบบออนไลน์ต่ออัตราการลดลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก

ในการเก็บข้อมูลการเดินเครื่องได้กำหนดแผนการทำความสะอาดแบบออนไลน์เพื่อใช้สังเกตผลของการทำความสะอาดแบบออนไลน์ต่อค่าประสิทธิภาพไอเซนทรอปิกโดยแผนที่กำหนดได้แบ่งความถี่ในการทำความสะอาดแบบออนไลน์ของแต่ละเครื่องออกเป็น 3 ช่วงดังตารางที่ 4.1-4.3 โดยแผนการทำช่วงแรกเริ่มจากเดือน มีนาคม-ตุลาคม ช่วงที่สองจากเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ช่วงที่ 3 จากเดือนมีนาคม- ปัจจุบัน

ตารางที่ 4.1 แผนการเดินเครื่องเพื่อการเก็บข้อมูลในระยะที่ 1

เครื่องที่	On-line Cleaning	Off-line Cleaning
GT11	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT12	ทุก 4 วัน	ทุก 3 เดือน
GT21	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT22	ทุก 12 วัน	ทุก 3 เดือน

ตารางที่ 4.2 แผนการเดินเครื่องเพื่อการเก็บข้อมูลในระยะที่ 2

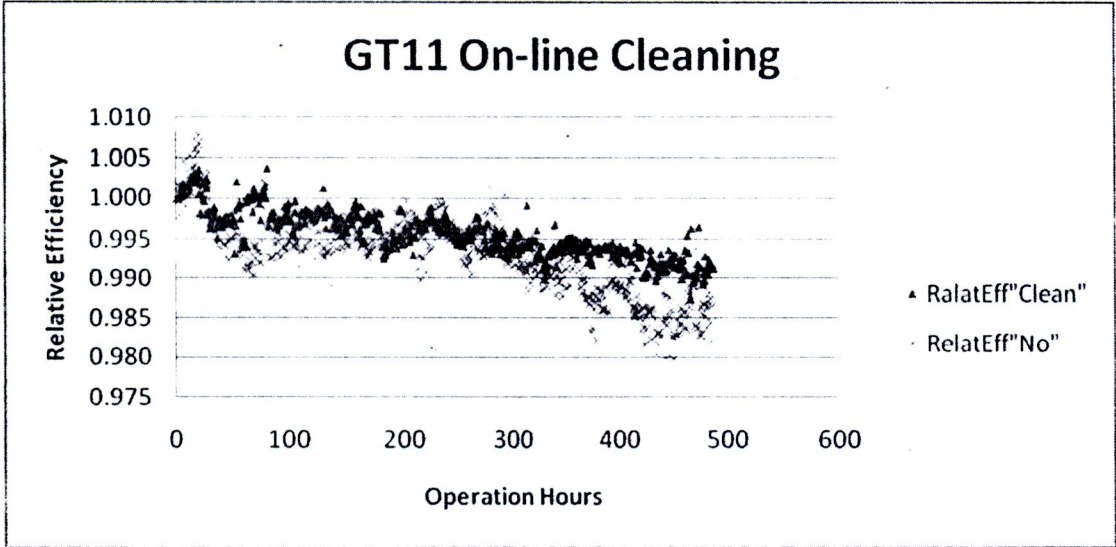
เครื่องที่	On-line Cleaning	Off-line Cleaning
GT11	ทุก 4 วัน	ทุก 3 เดือน
GT12	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT21	ทุก 4 วัน	ทุก 3 เดือน
GT22	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน

ตารางที่ 4.3 แผนการเดินเครื่องเพื่อการเก็บข้อมูลในระยะที่ 3

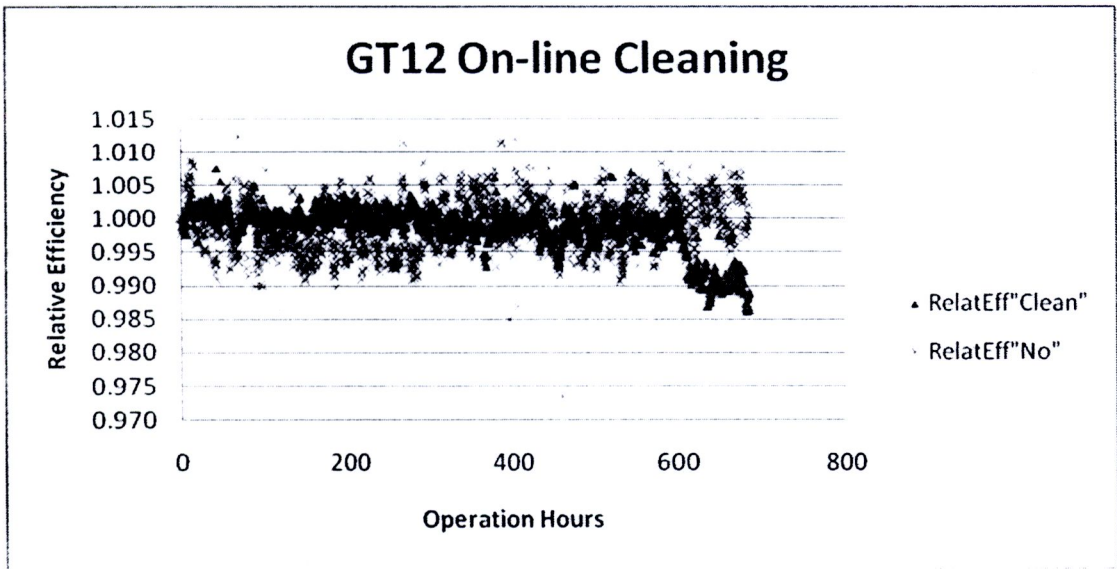
เครื่องที่	On-line Cleaning	Off-line Cleaning
GT11	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT12	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT21	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน
GT22	ไม่มีการทำ On-line Cleaning	ทุก 3 เดือน

เนื่องจากผลของการทำความสะอาดแบบออนไลน์เกิดขึ้นไม่ชัดเจนดังเช่นผลของการทำความสะอาดแบบออฟไลน์ ดังนั้นการตรวจสอบผลของการทำความสะอาดแบบออนไลน์จะใช้วิธีการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกว่าการทำความสะอาดแบบออนไลน์สามารถช่วยให้อัตราการลดลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกน้อยกว่ากรณีที่ไม่มีการทำหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ใช้หลักของ Paired t-Test ในการวิเคราะห์

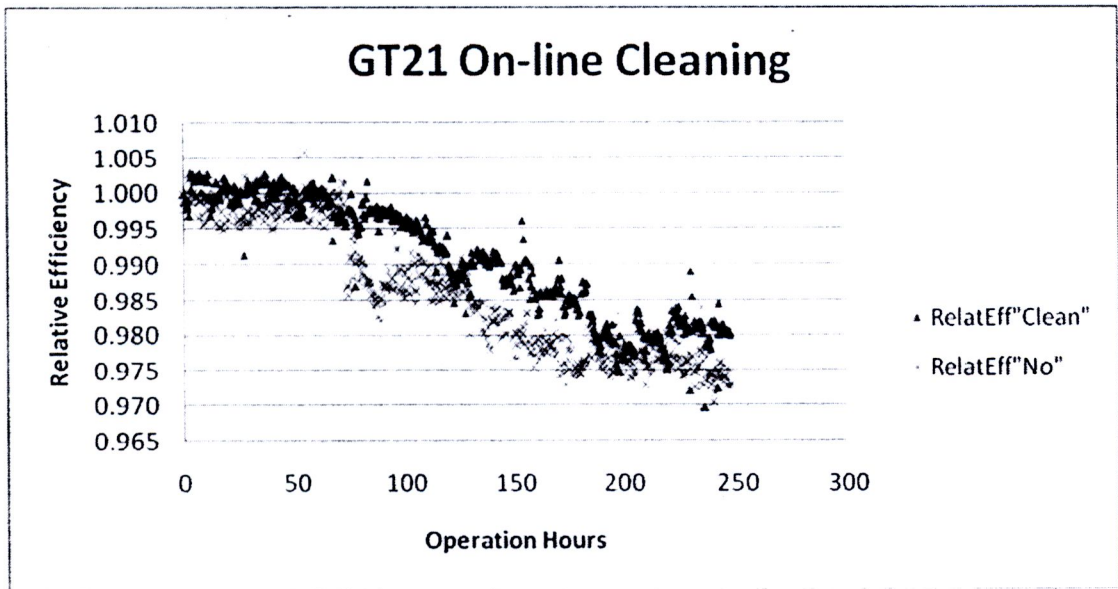
การเปรียบเทียบอัตราการลดลงเนื่องจากเครื่องกังหันก๊าซแต่ละเครื่องมีสภาพของเครื่องเมื่อเริ่มต้นที่ต่างกันดังนั้นเพื่อการเปรียบเทียบจึงใช้ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency) ช่วยในการเปรียบเทียบ โดยหาได้จากการนำค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกคอมเพรสเซอร์ส่วนด้วยประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกคอมเพรสเซอร์หลังการทำความสะอาดแบบออฟไลน์ดังแสดงไว้ดังภาพที่ 4.9 - 4.12 ซึ่งจากการใช้คำสั่ง Data Analysis ในโปรแกรม Excel ช่วยในการวิเคราะห์ ผลที่ได้ออกมาดังรูปที่ 4.13 - 4.16



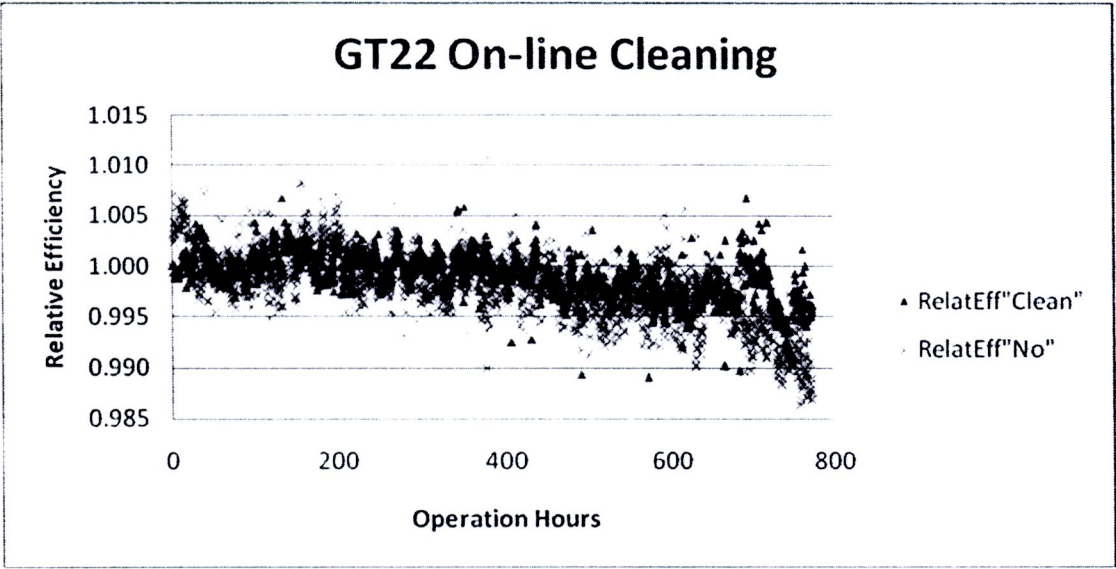
ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบอัตราการลดลงของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเมื่อมีการทำและไม่ทำความสะอาดแบบออนไลน์กับเวลาของคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT11



ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบอัตราการลดลงของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเมื่อมีการทำและไม่ทำความสะอาดแบบออนไลน์กับเวลาของคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT12



ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบอัตราการลดลงของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเมื่อมีการทำและไม่ทำความสะอาดแบบออนไลน์กับเวลาของคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT21



ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบอัตราการลดลงของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเมื่อมีการทำและไม่ทำความสะอาดแบบออนไลน์กับเวลาของคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT22

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>RelatEff\"On\"</i>	<i>RelatEff\"No\"</i>
Mean	0.995548567	0.992929703
Variance	8.47216E-06	2.48667E-05
Observations	487	487
Pearson Correlation	0.706097449	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	486	
t Stat	16.12768755	
P(T<=t) one-tail	1.76667E-47	
t Critical one-tail	1.647994976	
P(T<=t) two-tail	3.53334E-47	
t Critical two-tail	1.96485709	

ภาพที่ 4.13 ผลของการวิเคราะห์ Paired t-Test เมื่อมีกับไม่มีการทำความสะอาดแบบออนไลน์ในคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT11

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>RelatEff"Clean"</i>	<i>RelatEff"No"</i>
Mean	0.998537894	0.999033479
Variance	1.09948E-05	1.68721E-05
Observations	1369	1369
Pearson Correlation	-0.19386931	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	1368	
t Stat	-3.184870356	
P(T<=t) one-tail	0.000740427	
t Critical one-tail	1.645968253	
P(T<=t) two-tail	0.001480854	
t Critical two-tail	1.961699563	

ภาพที่ 4.14 ผลของการวิเคราะห์ Paired t-Test เมื่อมีกับไม่มีการทำความสะอาดแบบออนไลน์ในคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT12

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>RelatEff"Clean"</i>	<i>RelatEff"No"</i>
Mean	0.990932321	0.986288276
Variance	6.64042E-05	8.37611E-05
Observations	495	495
Pearson Correlation	0.88701255	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	494	
t Stat	24.44915178	
P(T<=t) one-tail	2.07467E-87	
t Critical one-tail	1.647944008	
P(T<=t) two-tail	4.14934E-87	
t Critical two-tail	1.964777657	

ภาพที่ 4.15 ผลของการวิเคราะห์ Paired t-Test เมื่อมีกับไม่มีการทำความสะอาดแบบออนไลน์ในคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT21

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>RelatEff"Clean"</i>	<i>RelatEff"No"</i>
Mean	0.998940547	0.998007073
Variance	5.10216E-06	1.28635E-05
Observations	1547	1547
Pearson Correlation	0.507997824	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	1546	
t Stat	11.76751648	
P(T<=t) one-tail	5.59292E-31	
t Critical one-tail	1.645839842	
P(T<=t) two-tail	1.11858E-30	
t Critical two-tail	1.961499575	

ภาพที่ 4.16 ผลของการวิเคราะห์ Paired t-Test เมื่อมีกับไม่มีการทำความสะอาดแบบออนไลน์ในคอมเพรสเซอร์กังหันก๊าซ GT22

จากผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 4.13 - 4.16 เห็นได้ว่าค่า P(T<=t) two-tail มีค่าน้อยกว่าค่า 0.05 นั่นคือ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า การทำความสะอาดแบบออนไลน์ไม่ทำให้อัตราการลดลงของค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ หรืออาจกล่าวได้ว่าการทำความสะอาดแบบออนไลน์มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซอย่างมีนัยสำคัญ