รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบการจัดการมิเตอร์และรายงานพลังงานอัตโนมัติ

Smart Energy Metering System and Automated Energy Model

นายกฤษตัชญาณ์ บุญวาที

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานสหกิจศึกษา	ระบบการจัดการมิเตอร์และรายงานพลังงานอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายกฤษตัชญาณ์ บุญวาที
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร. ทัตยา ปุคคละนันทน์
ผู้นิเทศงาน	ดร. ณัฐภัทร เทวฤทธิ์, นายเด่น จันทร์ทองอ่อน
สถานประกอบการ	บริษัท เอสซีลอร์ แมนูแฟ็คเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

สมาร์ทมิเตอร์มักล้มเหลวในการวัดหรือส่งข้อมูลที่บันทึกเมื่อทำการวัดการใช้พลังงาน (ในหน่วย กิโลวัตต์ชั่วโมง) หรือการอ่านค่าไม่ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่ผิดพลาดหรือโมดูลการสื่อสารที่ไม่น่าเชื่อถือซึ่งทำให้เกิดการรวบรวมข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ ทำให้บริษัทนำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้พลังงานในแต่ละแผนกได้ยากขึ้น และโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อถ่ายโอนค่าที่ตรวจสอบแล้วแล้วถ่ายโอนข้อมูลโดยอัตโนมัติสำหรับการทำรายงานพลังงาน และตรวจสอบค่าพลังงานที่ไม่น่าเชื่อถือว่ามาจากตู้ MDB (Main Distribution Board) หรือ DB (Distribution Board) ตู้ไหนเพื่อที่จะแก้ไขค่าแล้วใส่ค่าตัวแทนกลับเข้าสู่ระบบ

โดยใช้โปรแกรม Visual Studio เป็นสื่อกลางในการถ่ายโอนข้อมูลดิบของมิเตอร์ที่วัดพลังงานจากในฐานข้อมูล MS SQL Server ไปยังรายงานพลังงานโดย Google Spreadsheets API และสร้างอัลกอริทึมที่ตรวจสอบว่าการอ่านมิเตอร์เหมาะสมหรือไม่และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยต้องคำนึงถึงปริมาณเลนส์ที่ผลิตได้ อุณหภูมิ และวันทำงาน จากผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าข้อมูลดิบจากมิเตอร์สามารถส่งข้อมูลได้อัตโนมัติจากฐานข้อมูล MS SQL Server ไปยังรายงานพลังงาน (Google Spreadsheets) และปริมาณการใช้กิโลวัตต์ชั่วโมงโดยรวมของตู้ MDB ทั้งหมดในโรงงานซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่การไฟฟ้าวัดได้ในเดือนนั้น ๆ จากผลลัพธ์สามารถสรุปได้ว่าอัลกอริทึมสามารถประมาณค่าได้อย่างเหมาะสม โดยมีข้อเสนอแนะว่าสำหรับการคำนวณที่จะไม่ซับซ้อนนั้นเราจำเป็นต้องออกแบบลูปและการเดินสายสำหรับการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าอย่างเป็นระเบียบ

คำสำคัญ: สมาร์ทมิเตอร์, การเก็บค่าการใช้พลังงานของมิเตอร์, รายงานพลังงานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Smart Energy Metering System and Automated Energy Model Reports
Student intern name	Mr. Krittachaya BOONVATEE
Department	Instrumentation and Control Engineering
Faculty	Engineering
Advisor name	Assoc. Prof. Dr. Tattaya PUKKALANUN
Mentor name	Dr. Nattapat DEVARIDHI, Mr. Dan CHUNTHONG-ORN
Company	Essilor Manufacturing (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

Smart meters often fail to measure or transmit the data they record when measuring energy consumption (kWh), known as meter readings, due to faulty measuring equipment or unreliable communication modules that cause lack of quality data collection, and makes the company analyze the energy consumption for each workshop more difficult. This project aims to transfer verified values for making energy model reports automatically and check which power meter value is out of range, then estimate the missing readings.

By used the Visual Studio program as a medium to transfer raw data of power meters from MS SQL Server database to the energy model via Google Spreadsheets API and created an algorithm that checks if the meter readings were appropriate or not then validated the data consider the production capacity of good lenses, temperature, and working days. The result shows that raw data can push automatically from SQL Server to the energy model (Google Spreadsheets), and the total kilowatt-hour consumption of all Main Distribution Board in the factory is close to the electricity bill of the month. Based on the result, we conclude that the algorithm can estimate value appropriately. It is recommended that for uncomplicated calculation, we need to design loops and wiring for the power meter installation orderly.

Keywords: Smart meters, Missing readings, Energy model, Automated Report Scheduling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องจากความกรุณาของอาจารย์นิเทศ รศ.ดร. ทัตยา ปุคคละนันทน์ ผู้นิเทศงาน ดร. ณัฐภัทร เทวฤทธิ์ จากแผนก Global Engineering นายเด่น จันทร์ทองอ่อน และพี่ ๆ ทุกท่านในแผนก Maintenance บริษัท Essilor Manufacturing (Thailand) Co., Ltd. ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาและสร้างประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำตลอดระยะเวลาที่ได้ทำเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา

และขอขอบคุณผู้แต่งหนังสือ เอกสารอ้างอิง และเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิงประกอบการศึกษา และจัดทำโครงงานฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กฤษตัชญาณ์ บุญวาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 รายงานพลังงาน 3

2.2 ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม 4

2.2.1 ตู้ MDB (Main Distribution Board) 5

2.2.2 ตู้ Distribution Board 7

2.2.2 ตู้โหลดเซ็นเตอร์ Load Center 8

2.2.3 ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center) 8

2.2.4 ตู้ Capacitor Bank 9

2.3 Communication architecture 9

2.4 การคำนวณและการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจาก Power Meter 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 14

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 14

3.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 14

3.3 การเตรียมข้อมูลดิบ 15

3.3.1 Single Line Diagram 16

3.3.2 การออกแบบลูปการเดินสายของมิเตอร์วัดพลังงาน 17

3.3.3 ลำดับการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้โดยมิเตอร์พลังงาน (Hierarchy) 18

3.4 การจัดการค่าจากข้อมูลดิบที่รับค่ามา 19

3.4.1 โปรแกรม Microsoft SQL Server 20

3.4.2 การรับค่าจาก Google API access - Token 20

3.4.3 Visual Studio 2019 Program 27

3.5 การอัปเดตข้อมูล 33

3.5.1 การใส่ค่าสัดส่วนโดยแบ่งตามเปอร์เซ็นต์จากบิลการไฟฟ้า (%TR) 34

3.5.2 วิธีหาค่า %TR ที่เหมาะสม 35

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 36

4.1 หน้า Home Page 36

4.1.1 ส่วนที่ต้องป้อนข้อมูล ประกอบด้วยหมายเลขดังต่อไปนี้ 36

4.1.2 ส่วนที่ปรับค่าอัตโนมัติ ประกอบด้วยหมายเลขดังต่อไปนี้ 37

4.2 สูตรที่ใช้คำนวณใน Google Sheets 37

4.2.1 Main Distribution Board (MDB) 38

4.2.2 Distribution Board (DB) 39

4.2.3 Not Measured 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ 41

5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน 41

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 41

5.3 แนวทางแก้ไข 42

เอกสารอ้างอิง 43

ภาคผนวก ก 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การส่งข้อมูลของพลังงานที่วัดได้จากมิเตอร์จนถึง Sheets....3

2.2 ตัวอย่างรายงานพลังงาน....3

2.3 กระบวนการส่งจ่ายไฟฟ้าในโรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม....4

2.4 กระบวนการส่งจ่ายไฟฟ้าในโรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม....5

2.5 Power Meter....6

2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดีเซล....7

2.7 Load Center....8

2.8 ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center)....8

2.9 ตู้ Capacitor Bank....9

2.10 WebView's communication architecture....9

2.11 Communication architecture สำหรับการจัดทำรางงานพลังงานอัตโนมัติ.... 10

2.12 ตำแหน่งที่สำคัญในการติดตั้ง Power Meter.... 11

2.13 การเปรียบเทียบค่าพลังงานที่วัดได้จาก Power Meter.... 12

3.1 ลำดับการจัดการสำหรับเตรียมการการรับค่าจากมิเตอร์พลังงาน.... 15

3.2 รูปแบบสีที่ใช้แสดงผลการทำงานของมิเตอร์จากระบบ SCADAGray light.... 16

3.3 หน้าต่างแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของมิเตอร์พลังงาน.... 16

3.4 การออกแบบลูปมิเตอร์วัดพลังงานในโรงงานที่ 1.... 17

3.5 หน้าต่างแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของมิเตอร์พลังงาน.... 17

3.6 Hierarchy สำหรับการทำ Energy balancing.... 18

3.7 การรับค่าจากมิเตอร์พลังงานเพื่อแสดงค่าในรายงานพลังงาน.... 19

3.8 การรับค่า Google API access - Token.... 20

3.9 การสร้าง Credentials และดาวน์โหลด OAuth Client Id.... 22

3.10 OAuth 2.0 client ID.... 23

3.11 Create a new project in Visual Studio 2019.... 27

3.12 การสร้าง Data Flow.... 27

3.13 การเชื่อมต่อข้อมูลจาก MS SQL Server สู่Google Sheets โดย REST Destination.... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.14 การเลือกตารางที่ต้องการส่งค่าจาก MS SQL Server 28
3.15 หน้าต่างเริ่มต้นของ REST Connection extension 29
3.16 การกำหนด scope สำหรับการ ReadหรือWrite 29
3.17 หน้าต่างเพื่อ Sign in เข้าบัญชี Google 30
3.18 หน้าต่างสำหรับการอนุญาตการเข้าถึงไฟล์ใน Google Drive 30
3.19 การใส่ Google Sheets API – Token Access 31
3.20 การเลือกไฟล์ที่ต้องการนำค่าเข้าไปใส่ใน Google Spreadsheets 31
3.21 การ Mapping Column 32
3.22 หน้าต่าง Preview ข้อมูลที่ทำการส่งไป Google Sheets 32
3.23 Flowchart ของส่วนที่ต้องอัปเดตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลใน DB 33
3.24 เปอร์เซ็นต์ของค่า MDB ต่าง ๆ ในโรงงาน (1) 34
3.25 เปอร์เซ็นต์ของค่า MDB ต่าง ๆ ในโรงงาน (2) 34
3.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบิลการไฟฟ้ากับผลรวมของค่า MDB 35
4.1 หน้า Home page ของการปรับค่าดิบของ MDB ที่ได้จาก Power meter 36
4.2 หน้าการคำนวณ MDB 38
4.3 สูตรการคำนวณสำหรับ DB 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 อัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องด้วยบริษัท Essilor Manufacturing (Thailand) Co., Ltd. มีความประสงค์ในการทำโปรเจคประหยัดพลังงานของโรงงานขึ้นเพื่อติดตาม วางแผน ประเมิณ และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละแผนกให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยการเริ่มต้นโปรเจคที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานนั้นจำเป็นต้องทราบสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานทั้งหมดเสียก่อน ดังนั้นทางบริษัทจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำสมาร์ทมิเตอร์มาใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ค่าที่วัดได้นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความน่าเชื่อถือก่อนจึงจะสามารถนำไปวิเคราะห์ และจัดทำรายงานพลังงานเพื่อที่จะสามารถวางแผนการประหยัดพลังงานต่อไปได้

ทั้งนี้ค่าที่วัดได้จากมิเตอร์นั้นสามารถเลือกประเภทของค่าที่ต้องการวัด เช่น กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ เป็นต้น โดยค่าที่เราสนใจคือค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (หน่วย กิโลวัตต์ชั่วโมง) ซึ่งไม่สามารถอ่านค่าได้โดยตรงจากมิเตอร์ต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเก็บค่าบริการตามครัวเรือน ซึ่งกระบวนดังกล่าวนี้โดยทั่วไปแล้วจะมีโปรแกรมสำเร็จที่พ่วงมากับตัวอุปกรณ์อย่างสมาร์ทมิเตอร์อยู่แล้ว ซึ่งทางผู้ใช้งานสามารถเลือกดูค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน เดือน หรือปี ของสมาร์ทมิเตอร์ตัวเหล่านั้นได้ แต่บ่อยครั้งที่เราตรวจสอบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้ของตู้ MDB (Main Distribution Board) รวมกันทั้งหมดแล้วปรากฏว่าผลรวมที่ได้มีค่าห่างจากที่การไฟฟ้าวัดได้ซึ่งหมายความว่าค่าที่วัดได้นั้นต้องมีค่าที่ผิดอยู่อย่างแน่นอน

ด้วยเหตุผลดังที่ได้กล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาของการทำโครงงานนี้ ที่เป็นการสร้างสูตรในการคำนวณอย่างเป็นลำดับขั้นตอน (อัลกอริทึม) เพื่อตรวจสอบค่าว่ามิเตอร์ตัวไหนที่วัดค่าได้ผิดพลาดจากความเป็นจริง แล้วเมื่อหาได้แล้วจึงนำค่ากลางใส่กลับเข้าไป โดยค่ากลางนั้นจะน่าเชื่อถือหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับว่าจะสามารถทำให้ระบบมีผลรวมของพลังงานการใช้ไฟฟ้าของตู้ MDB จะต้องมีค่าความห่าง (Error) ที่คงที่จากค่าที่การไฟฟ้าวัดได้ซึ่งจากการนำข้อมูลตั้งแต่ปีค.ศ.2018 จนถึง ค.ศ.2019 มาวิเคราะห์หาแนวโน้มจึงได้ค่าเปอร์เซ็นต์ตัวแทนออกมา และสามารถตรวจสอบค่าที่ผิดปกติโดยใส่ค่ากลางกลับเข้าสู่ระบบ ปรากฏว่าทำให้มีค่าความห่างจากการไฟฟ้าคงที่ ที่ประมาณ 2.5 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ โดยในอนาคตอันใกล้นี้ทางบริษัทมีแผนจะพัฒนาค่ากลางนี้โดยให้สัมพันธ์กับปริมาณเลนส์ที่ผลิตได้ จำนวนวันทำการของฝ่ายผลิตของบริษัท และอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างสูตรคำนวณอย่างเป็นลำดับขั้นตอน (อัลกอริทึม) สำหรับการตรวจสอบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วย กิโลวัตต์ชั่วโมง จากค่าที่มิเตอร์วัดได้ โดยหลังจากที่ตรวจสอบแล้วว่าค่าจากมิเตอร์ใดไม่น่าเชื่อถือก็จะนำค่ากลางที่วิเคราะห์ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าไฟฟ้าจากบิลการไฟฟ้ากับจำนวนผลิตเลนส์ที่ผลิตได้ และวันทำการของบริษัท

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม
2. ศึกษาการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างมิเตอร์ ผ่าน Gateway เพื่อนำข้อมูลมาจัดทำรายงาน
3. ออกแบบ และสร้างอัลกอริทึมสำหรับการตรวจสอบค่าที่วัดได้จากมิเตอร์
4. ศึกษาและเขียนโปรแกรม MS SQL Server, Python, QlikView

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น Single Line Diagramของโรงงาน
2. วางแผนการติดตั้ง การวางสาย ตั้งค่ามิเตอร์พลังงาน และอัปเดตข้อมูลลงใน Master Data
3. รับค่าจากมิเตอร์โดยใช้โปรแกรม KEPServerEX และใส่สูตรคำนวณเพื่อเก็บในฐานข้อมูล
4 เขียนโปรแกรมใน Python และใช้ Google API เพื่อขอ Access Token สำหรับการใช้งาน
5. ตั้งค่าในโปรแกรม Visual Studio เพื่อให้ดึงค่าจากฐานข้อมูลไปแสดงใน Google Sheets
6. ออกแบบอัลกอริทึมสำหรับตรวจค่าพลังงานที่วัดได้โดยมิเตอร์ และนำไปเทียบกับการไฟฟ้า
7. จัดโครงของรายงานพลังงานเพื่อใช้สำหรับปี ค.ศ.2020
8. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

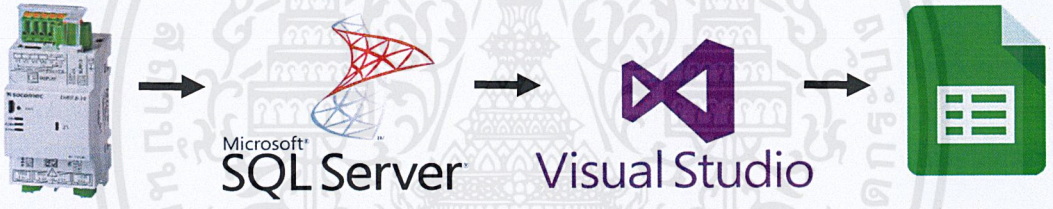
1. ฝึกวางแผนและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างการทำโครงงาน
2. มีทักษะด้านการออกแบบ การเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น
3. บูรณาการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมา ประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับการทำโครงงาน
4. สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในการศึกษาการพัฒนาระบบการติดตามการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

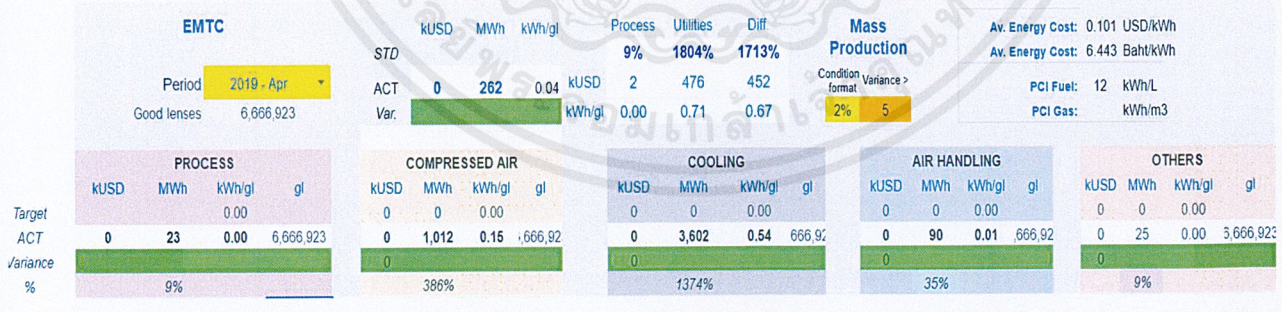
บทที่ 2
แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายงานพลังงาน

รายงานพลังงานจะสามารถแสดงผลการติดตามระดับการใช้พลังงานของการผลิตรวมถึงระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ในบริษัท โดยทั่วไปผู้ใช้จำเป็นต้องป้อนข้อมูลดิบด้วยตนเองในรายงานพลังงาน (Google Sheets) เพื่อระบุว่าพื้นที่ใดที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในอนาคต ขณะนี้ทางบริษัทกำลังจะใช้ข้อมูลโดยการถ่ายโอนข้อมูลอย่างอัตโนมัติของมิเตอร์ไฟฟ้าในฐานข้อมูล Microsoft SQL Server โดยใช้โปรแกรม Visual Studio ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เพื่อนำข้อมูลดิบไปใส่ยังรายงานพลังงานทุกวันสุดท้ายของเดือน ระบบนี้สร้างขึ้นไว้สำหรับการใช้งานโดยผู้จัดการพลังงานที่สามารถวิเคราะห์ความผิดปกติของค่าการใช้พลังงานของมิเตอร์และเพื่อรับประกันประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงานของโรงงานอีกด้วย



รูปที่ 2.1 การส่งข้อมูลของพลังงานที่วัดได้จากมิเตอร์จนถึง Google Sheets



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างรายงานพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

บริษัท เอสซีลอร์แมนูแฟ็คเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ถูกจัดประเภทโดยการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ให้เก็บค่าอัตราไฟฟ้าตามระยะเวลาการใช้งานแบบประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ (TOU 4.2.2)

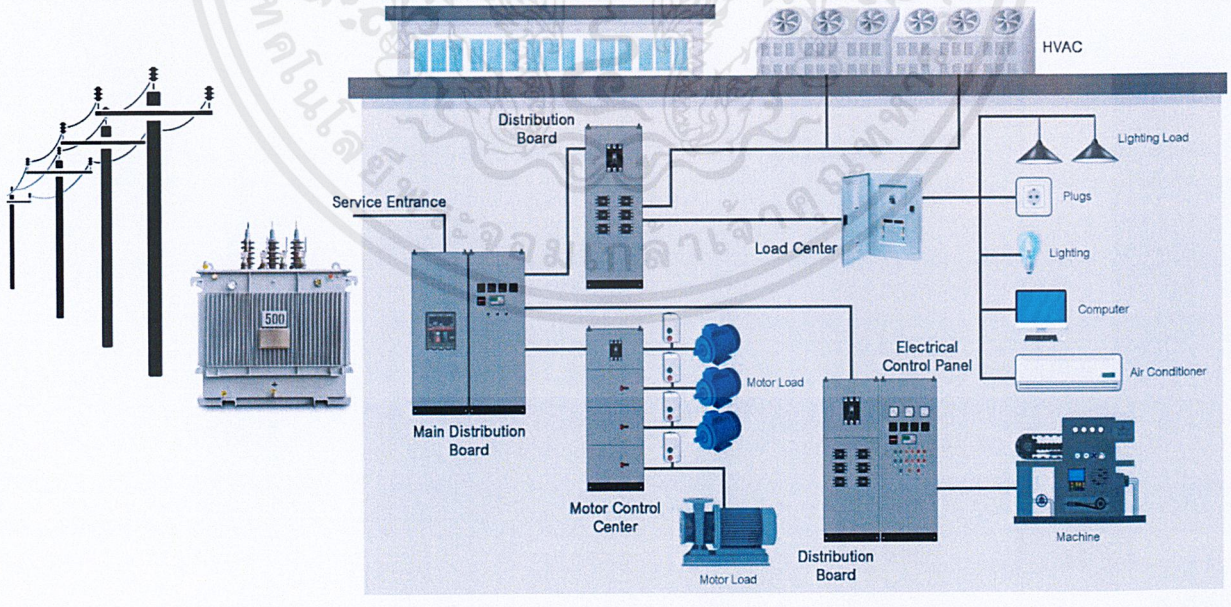
ตารางที่ 2.1 อัตราค่าไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ

Voltage level	Demand Charge (Baht/kW)		Energy Charge(Baht/kWh)		Service Charge (Baht/month)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
4.2.1 : 69 kV and over	74.14	0	4.1025	2.5849	312.24
4.2.2 : 12-24 kV	132.93	0	4.1839	2.6037	312.24
4.2.3 : Below 12 kV	210.00	0	4.3297	2.6369	312.24

On Peak
Monday – Friday from 09.00 AM to 10.00 PM

Off Peak
Monday – Friday from 10.00 PM to 09.00 AM
Saturday – Sunday ,National Labor Day and normal public holiday
(excluding substitution holiday and Royal Ploughing Day) from 00.00 AM to 12.00 PM

การไฟฟ้านครหลวงจะส่งไฟฟ้าแรงดันสูง 24 kV และหม้อแปลงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในโรงงานจะลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหลือประมาณ 400 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟฟ้า 3 เฟส โดยส่วนแรกที่รับพลังงานขาเข้าคือ Main Distribution Boards (MDB) และแรงดันไฟฟ้าเดินทางผ่านบัสบาร์ไปยังแต่ละส่วนของสวิตช์ที่เชื่อมต่อ จากนั้นพลังงานจะถูกส่งไปยัง Distribution Board (DB) ซึ่งสามารถมีเบรกเกอร์วงจรจำนวนมากเพื่อกระจายแรงดันไฟฟ้าไปยังทุกพื้นที่ของโรงงานดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กระบวนการส่งจ่ายไฟฟ้าในโรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม

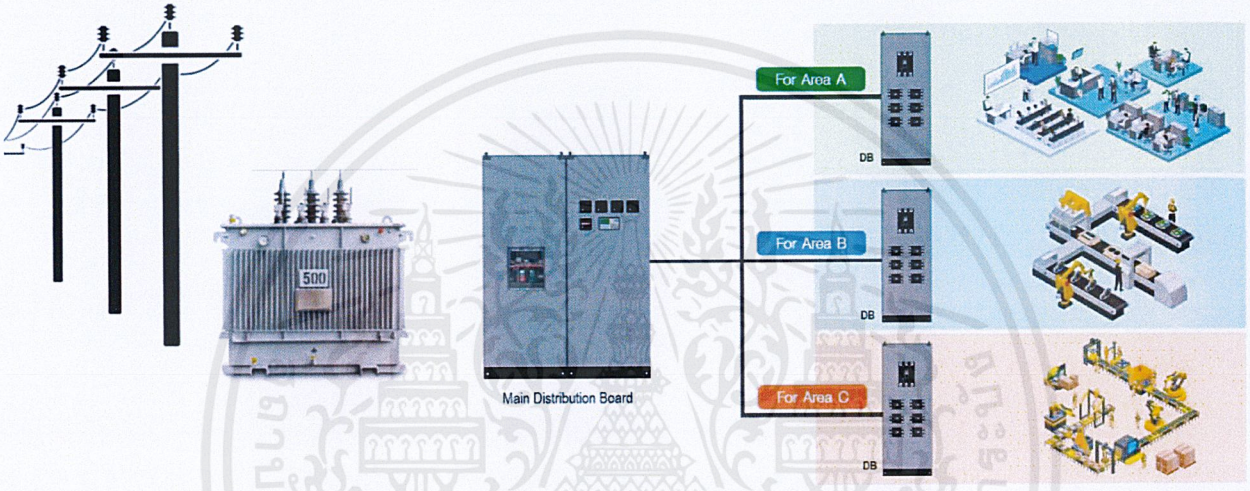
<https://mall.factomart.com/power-distribution/overview/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ตู้ MDB (Main Distribution Board)

ตู้สวิตช์ประธาน (Main Distribution Board) [1] เป็นแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยเป็นแผงแรกที่รับไฟจากการไฟฟ้าหรือด้านแรงดันต่ำ ของหม้อแปลงจำหน่าย แล้วจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังแผงย่อยตามส่วนต่าง ๆ ของอาคาร นิยมใช้ในอาคารขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก ซึ่งที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายจะเรียกว่า ตู้ MDB หรือ สวิตช์บอร์ด และในบางประเทศก็จะเรียก Main Switchboard โดยหน้าที่หลักของตู้ MDB มีดังนี้

- แจกจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution)



รูปที่ 2.4 กระบวนการส่งจ่ายไฟฟ้าในโรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม
<https://mall.factomart.com/power-distribution/overview/>

ตู้ MDB คือการรับไฟจากการไฟฟ้าเข้ามาในอาคารโดยผ่านสวิตช์ขนาดใหญ่หรือบางครั้งจะอีกชื่อหนึ่งว่า สวิตช์เกียร์ (Switchgear) ซึ่งปกติแล้วจะเป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 400-416 VAC, 50Hz 3 เฟส 4 สาย เบรกเกอร์หรือสวิตช์แยกวงจร (Switch Disconnector) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตัดหรือต่อไฟฟ้าที่เข้ามาในอาคาร รวมถึงการแจกจ่ายกระแสไฟฟ้าจากตู้ MDB ไปยังแผงสวิตช์หรือแผงไฟ (DB) ที่อยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ป้องกันระบบไฟฟ้า (Electrical Protection)

หากในกรณีที่ระบบการแจกจ่ายกำลังไฟฟ้ามีปัญหาหรือผิดปกติ ถ้าไม่มีระบบการป้องกันอาจจะทำให้อุปกรณ์ในไซต์งานเสียหายได้และถ้ารุนแรงมากพออาจทำให้อุปกรณ์ระเบิดได้ ทั้งนี้ยังก่อให้เกิดอันตรายกับพนักงานที่อยู่ในบริเวณนั้นอีกด้วย ซึ่งความผิดปกติของระบบไฟฟ้าที่อาจจะเกิดขึ้นมีดังนี้

1. ไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit)
2. โหลดเกินหรือกระแสไฟฟ้าเกิน (Overload)
3. แรงดันไฟฟ้าเกิน (Over Voltage)
4. แรงดันไฟฟ้าตก (Under Voltage)
5. แรงดันไฟฟ้าหายบางเฟส (Phase loss)
6. แรงดันไฟฟ้าสลับเฟส (Phase Sequence)
7. ป้องกันเมื่อมีกระแสรั่วลงดิน (Earth Leakage)
8. ป้องกันฟ้าผ่า (Surge Protection)

- แสดงสถานะการทำงาน (Monitoring)

พาวเวอร์มิเตอร์ [2] จะถูกนำมาใช้ในการแสดงค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส ความถี่ กำลังงานไฟฟ้าจริง กำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ และ Harmonic เป็นต้น เพื่อใช้ในการวัดคุณภาพของการใช้พลังงานเช่นเดียวกับการวัดการบันทึกปริมาณพลังงานที่ถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในประหยัดพลังงาน ทั้งนี้ Power meter สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก้ Analog Power Meter และ Digital Power Meter ดังที่แสดงในรูปที่ 2.5

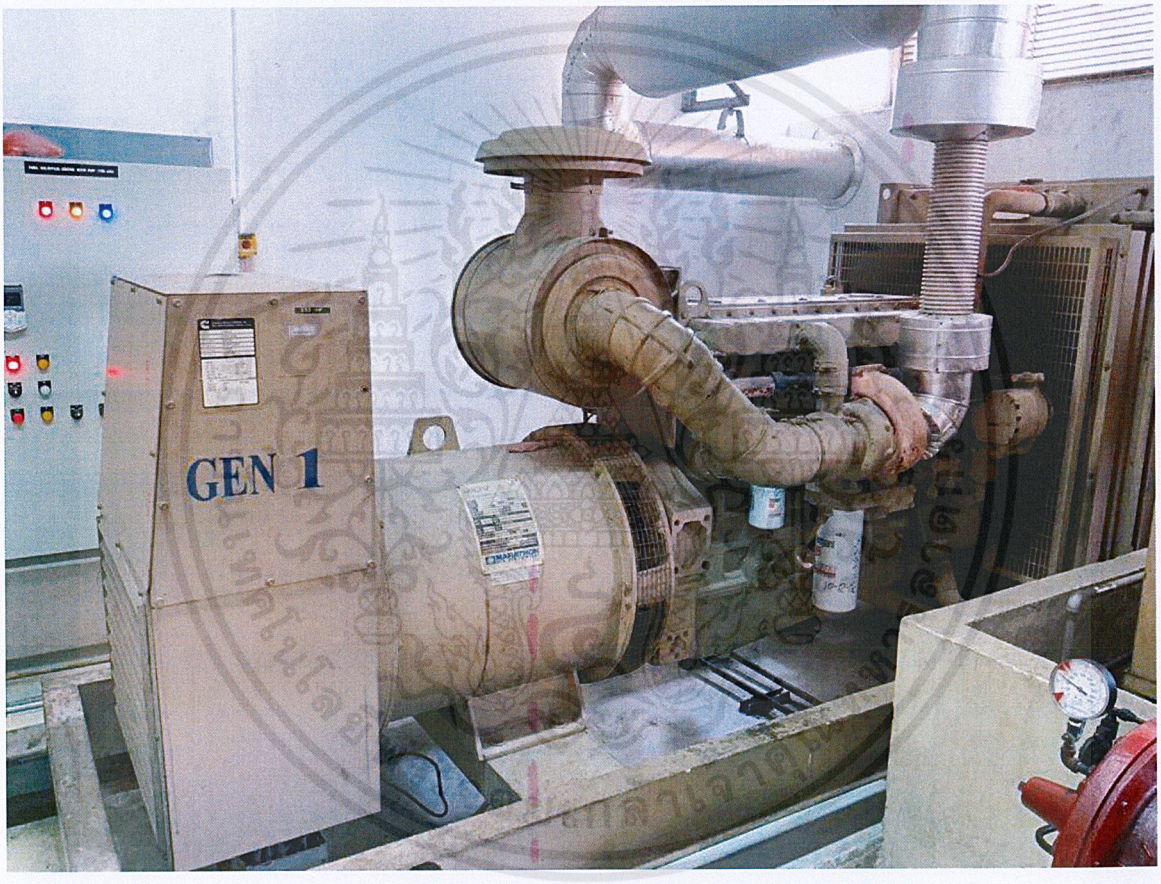
รูปที่ 2.5 Power Meter

<https://www.factomart.com/media/wysiwyg/a.jpg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบไฟฟ้าสำรอง (Backup Power)

ระบบไฟฟ้าสำรองนั้นมีหลายรูปแบบและหลายระดับ ตั้งแต่การสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) แบบ manual และการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟไปเป็น Uninterrupted Power Supply หรือ UPS แบบอัตโนมัติเพื่อซัพพอร์ตวงจรที่จำเป็น ในขณะเดียวกันคอนโทรลเลอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Controller) สั่งสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เมื่อกำลังไฟฟ้าพร้อมที่จ่าย ก็จะสั่งงาน ATS (Automatic Transfer Switch) แบบอัตโนมัติ เพื่อมาใช้ไฟฟ้าสำรองจาก generator แทนการใช้งาน USP ทั้งนี้จะกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักเมื่อแหล่งจ่ายไฟหลักกลับสู่สภาพปกติ

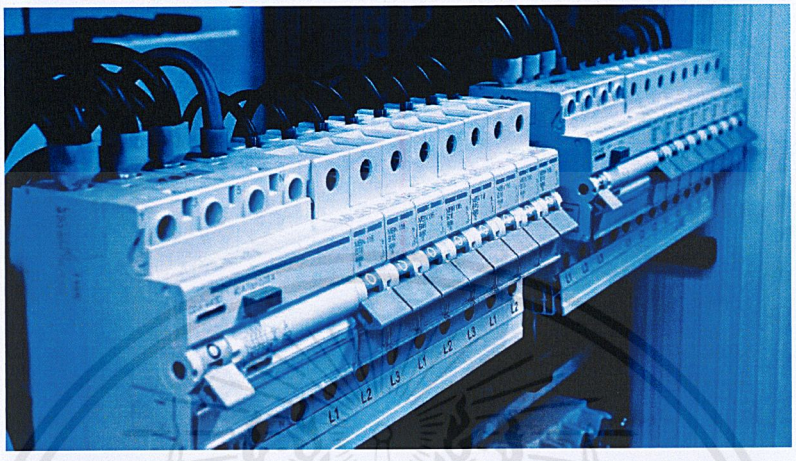


รูปที่ 2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตู้โหลดเซ็นเตอร์ Load Center

เป็นแผงไฟฟ้าที่รับไฟจากแผงสวิตซ์ แล้วแยกการจ่ายไฟฟ้าออกเป็นวงจรย่อย หลายๆวงจรย่อย เพื่อแยกการจ่ายไฟ 3 เฟส เป็นวงจรเฟสเดียว เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดต่าง ๆ เช่น แสงสว่าง คอมพิวเตอร์ รวมทั้งแผงควบคุมของเครื่องจักร



รูปที่ 2.7 Load Center

<https://mall.factomart.com/wp-content/uploads/2018/05/ch01-03.jpg>

2.2.3 ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center)

ศูนย์ควบคุมมอเตอร์เหมือนแผงกระจายไฟ ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมชุดมอเตอร์ขนาดใหญ่หรือมอเตอร์จำนวนหลายๆตัว โดยที่แผงศูนย์ควบคุมมอเตอร์นี้จะรับไฟฟ้าจากแผงสวิตซ์ไฟตู้ MDB

รูปที่ 2.8 ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

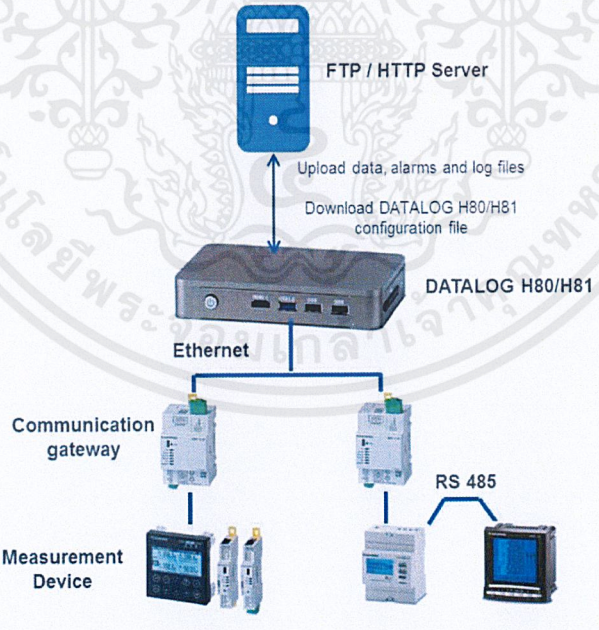
2.2.4 ตู้ Capacitor Bank

แผงนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ตัวเก็บประจุและคอนโทรลเลอร์ คอนโทรลเลอร์จะคอยตรวจสอบค่าเพาเวอร์แฟ็คเตอร์ และเชื่อมต่อตัวเก็บประจุเข้ากับวงจร เพื่อแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟ็คเตอร์ให้ดียิ่งขึ้นเพราะตะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้

รูปที่ 2.9 ตู้ Capacitor Bank

<https://mall.factomart.com/wp-content/uploads/2018/05/ch01-05.jpg>

2.3 Communication architecture



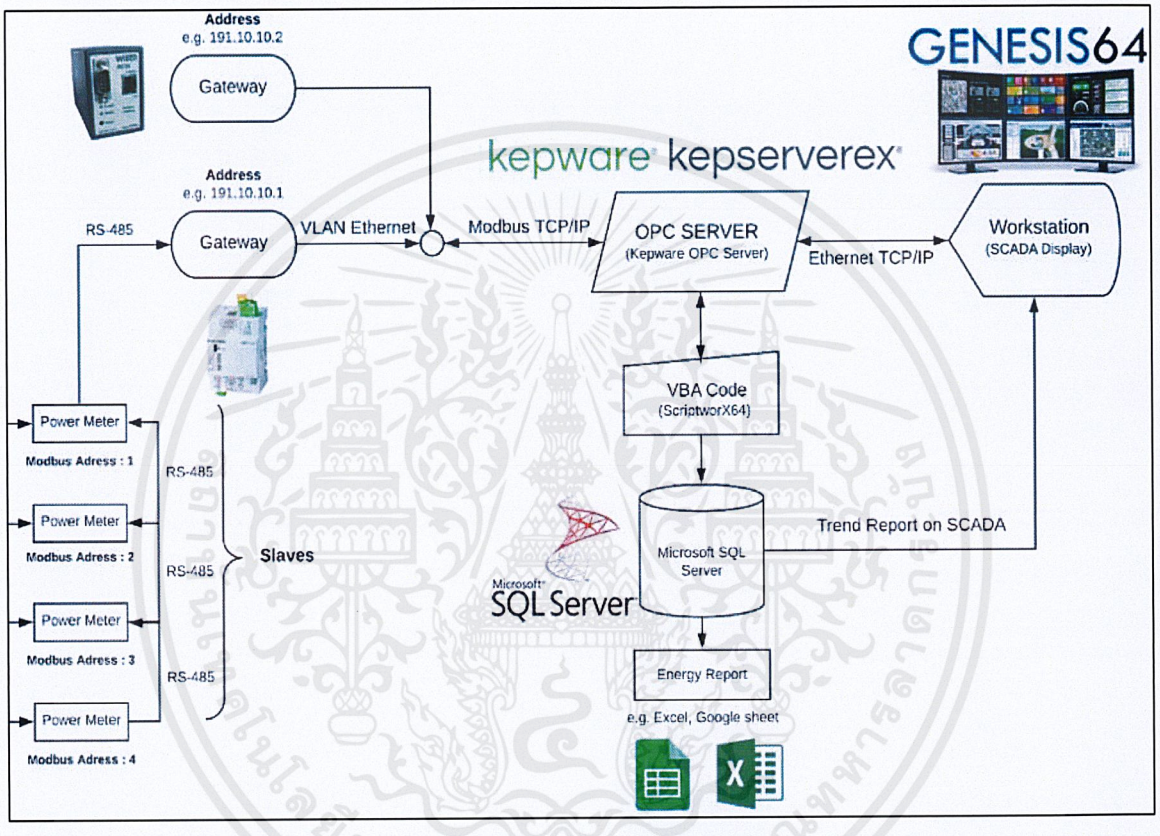
รูปที่ 2.10 WebView's communication architecture

<https://www.socomec.com/files/live/sites/systemsite/files/SCP/15_nouvellemesure/vertelis-suite/WEBVIEW-L_INSTRUCTION-MANUAL_2018-06_547986A_EN-I.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATALOG H80 / 81 เชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ FTP / HTTP สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลที่เก็บไว้และการสำรองข้อมูลของสัญญาณเตือนและไฟล์ที่บันทึก รวมถึงการสำรองข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆโดยรูปที่ 2.10 แสดงแนวคิดพื้นฐานการสื่อสารของ WebView ที่สามารถส่งออกข้อมูลไปยังไฟล์ CSV ได้จากนั้นเราสามารถป้อนข้อมูลดิบด้วยตนเองลงในรายงานพลังงาน

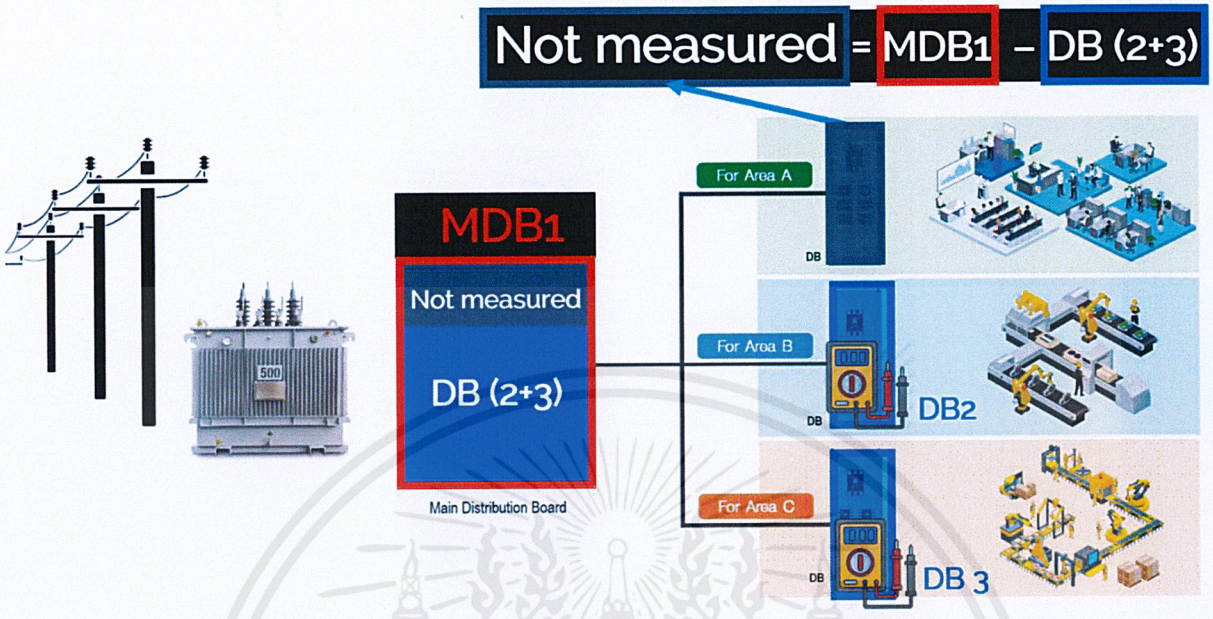
แผนภาพที่สองข้างต้นแสดงวิธีล่าสุดในการรวบรวมข้อมูลดิบและคำนวณค่า kilowatt-hour ต่อวันและเก็บข้อมูลไว้ใน MS SQL Server จากนั้นส่งข้อมูลไปยังรายงานพลังงานโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.11 Communication architecture สำหรับการจัดทำรางงานพลังงานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การคำนวณและการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจาก Power Meter



รูปที่ 2.12 ตำแหน่งที่สำคัญในการติดตั้ง Power Meter

หลังจากลดระดับแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงและแจกจ่ายไปยัง ตู้ MDB1 ของโรงงาน ดังนั้นการใช้พลังงานทั้งหมดในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงจะต้องเท่ากับผลรวมของ DB1, DB2 และ DB3 ดังที่แสดงในสมการที่ (2.1)

$$MDB1 = DB1 + DB2 + DB3 \tag{2.1}$$

หาก DB1 ไม่ได้ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานเราจะเรียกค่าเหล่านั้นว่าเป็นค่าที่ "ไม่ได้วัด" ดังนั้น DB1 ในสมการที่ (2.1) สามารถแสดงได้ดังนี้

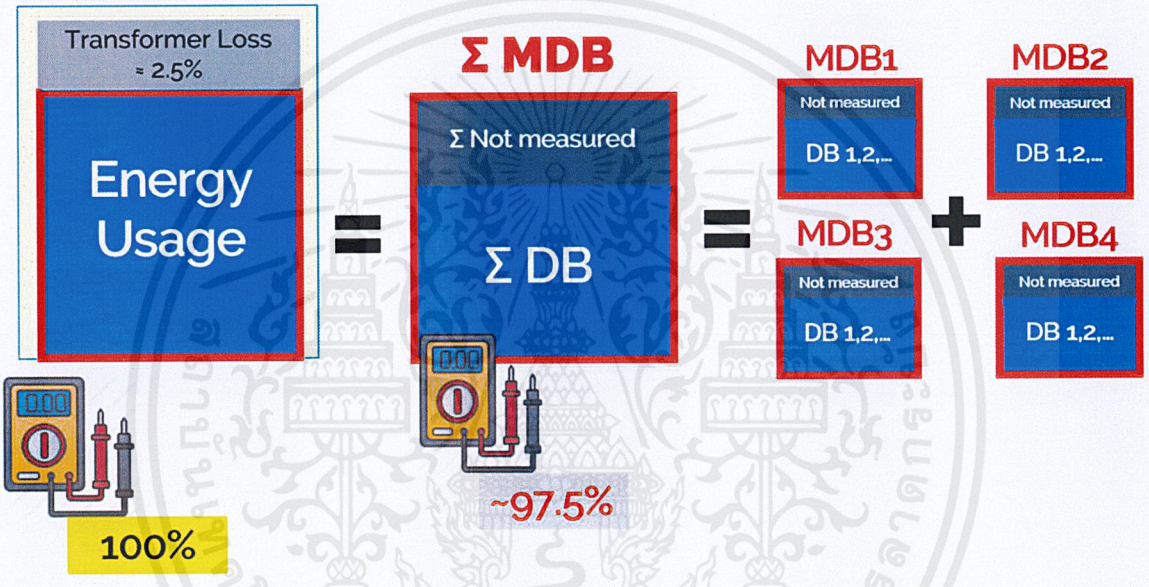
$$MDB1 = \text{Not Measured} + DB2 + DB3 \tag{2.2}$$

คำว่าไม่ได้วัด (Not measured) หมายถึงยังไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าเพื่อวัดปริมาณการใช้งานดังนั้นการติดตั้ง Power meter ในอนาคตจะสามารถลดค่าเหล่านี้ลงได้ แต่อย่างไรก็ตามคำว่า “ไม่สามารถวัดค่าได้” หมายถึงแม้ว่าจะมีการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานสำหรับโหลดที่ใช้พลังงานทั้งหมดแต่เมื่อมีการรวมค่าทั้งหมดแล้งก็ยังคงมีค่าไม่เท่ากับ MDB หรือDB เนื่องจากมีการสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานระหว่างสายส่งของตู้ MDB, DB, และ SDB โดยในการคำนวณจะไม่คำนึงถึงค่านี้เพราะว่ามีค่าน้อยมาก

ในความเป็นจริงแล้วในโรงงานมีตู้ MDB 4 ตู้ และแต่ละตู้มีเบรกเกอร์วงจรสำหรับการกระจายกระแสไฟฟ้าไปยังสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในโรงงาน ในทางทฤษฎีการรวมค่ากิโลวัตต์ชั่วโมงของมิเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมดซึ่งในที่นี้คือ MDB1, MDB2, MDB3 และ MDB4 จะต้องมีค่าเท่ากับมิเตอร์ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงที่วัดได้ แต่ในทางปฏิบัตินั้นจะมีค่าการสูญเสียจากหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ลดระดับแรงดันลงก่อนที่จะเข้าสู่โรงงานอยู่ประมาณ 2.5 – 3 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การเปรียบเทียบค่าพลังงานที่วัดได้จาก Power Meter

และเป็นที่ทราบกันดีว่าในทางปฏิบัตินั้นผลรวมของ MDB ทั้งหมดภายในโรงงานนั้นไม่เท่ากับใบเรียกเก็บเงินจากการไฟฟ้า เนื่องจากการสูญเสียพลังงานของหม้อแปลงเมื่อเราลดระดับแรงดันโดยการสูญเสียอยู่ที่ประมาณ 2.5 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่การไฟฟ้าส่งมา 100 เปอร์เซ็นต์ สมการต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับกรณีที่มีค่าที่ไม่สามารถวัดได้ ซึ่งก็คือค่าที่เกิดจากการลดระดับแรงดันไฟฟ้าลงโดยหม้อแปลงไฟฟ้า ดังที่แสดงในสมการที่ (2.3) ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นจะไม่นำค่าเหล่านี้มาคำนวณ

$$MEA\ \text{Bill} = \sum MDB + Transformer\ Loss \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

$$\sum \text{MDB} = \sum \text{DB} + \sum \text{Not Measured} \quad (2.4)$$

โดยสมการที่ (2.4) สามารถเขียนได้อีกรูปหนึ่งโดยการพิจารณา ∑Not Measured เป็นหลักได้ดังนี้

$$\sum \text{Not Measured} = \sum \text{MDB} - \sum DB \quad (2.5)$$

ดังนั้นจากสมการที่ (2.3) และ (2.4) สามารถเขียนได้อีกรูปแบบนึงคือ

$$\text{MEA Bill} = \sum \text{DB} + \sum \text{Not Measure} + Transformer\ Loss \quad (2.6)$$

ในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้นั้นจะสังเกตได้ว่าถ้าค่า MDB หรือ DB ข้อมูลหายไป หรือค่าที่วัดได้ของ MDB หรือ DB ใด ๆ ไม่ตรงกับปริมาณที่ใช้งานจริงก็จะส่งผลกระทบต่อการคำนวณ ณ สิ้นเดือนเมื่อผู้จัดการพลังงานต้องการเปรียบเทียบค่าจากบิลการไฟฟ้ากับ Power Meter โดยวิธีการแก้ปัญหาเหล่านี้จะถูกนำเสนอในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น Single Line Diagramของโรงงาน
2. วางแผนการติดตั้ง การวางสาย ตั้งค่ามิเตอร์พลังงาน และอัปเดตข้อมูลลงใน Master Data
3. รับค่าจากมิเตอร์โดยใช้โปรแกรม KEPServerEX และใส่สูตรคำนวณเพื่อเก็บในฐานข้อมูล
4. เขียนโปรแกรมใน Python และใช้ Google API เพื่อขอ Access Token สำหรับการใช้งาน
5. ตั้งค่าในโปรแกรม Visual Studio เพื่อให้ดึงค่าจากฐานข้อมูลไปแสดงใน Google Sheets
6. ออกแบบอัลกอริทึมสำหรับตรวจค่าพลังงานที่วัดได้โดยมิเตอร์ และนำไปเทียบกับการไฟฟ้า
7. จัดโครงของรายงานพลังงานเพื่อใช้สำหรับปี ค.ศ.2020
8. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานโครงงาน

3.2 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

รายการต่อไปนี้คือ ซอฟต์แวร์ขั้นพื้นฐานที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน

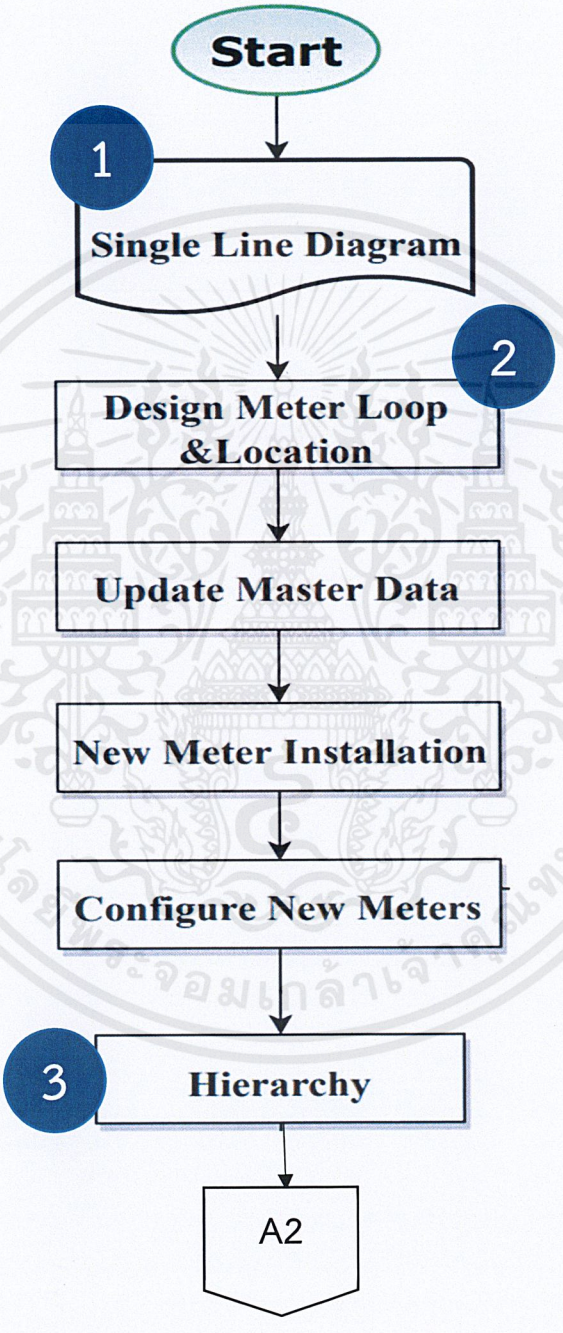
1. โปรแกรม Chrome v.30 or higher (recommended)
2. บัญชี Google accounts
3. โปรแกรม Safari on iOS (iPhone, iPad, Mac) v13.0 or higher
4. โปรแกรม MS SQL Server 2016 (v13.0) or higher
5. โปรแกรม Visual studio 2016 or higher
6. ส่วนต่อขยาย SQL Server Integration Service Project (SSIS) extension ในโปรแกรม Visual Studio (v3.2.2 or higher)
7. โปรแกรม Python version 3 or higher

โดยหน้าจอที่ใช้งานควรมีขนาด 1920 x 1080 - pixel เพื่อการแสดงผลที่เต็มหน้าจอและอ่านง่าย โดยผังการดำเนินงานทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเตรียมข้อมูลดิบ

การจัดการข้อมูลของมิเตอร์พลังงานที่มีจำนวนกว่า 200 เครื่อง เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยการวางแผนจัดการอย่างเป็นระบบก่อนที่จะนำเข้าไปวิเคราะห์ และแสดงผลในรายงานพลังงาน โดยสามารถดูรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.1

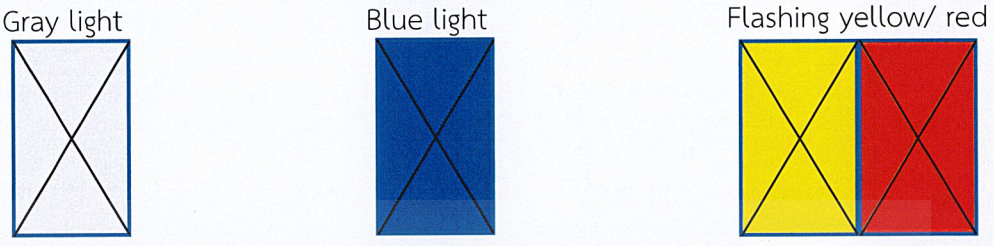


รูปที่ 3.1 ลำดับการจัดการสำหรับเตรียมการการรับค่าจากมิเตอร์พลังงาน

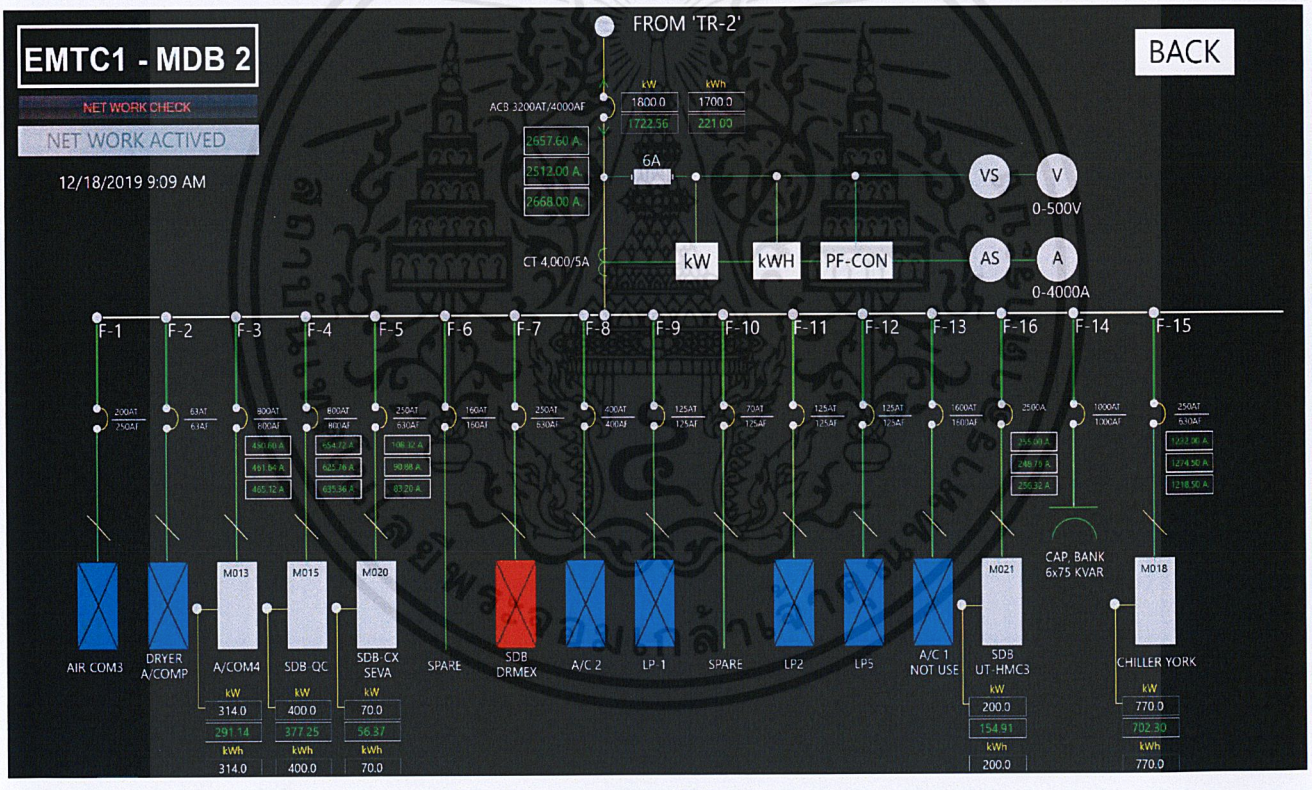
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 Single Line Diagram

นี่คือรูปภาพของมิเตอร์ที่วัดพลังงานใน MDB โดยแต่ละตัวจัดแสดงใน dashboard ของระบบ SCADA โดยแสดงข้อมูลต่าง ๆ แบบเรียลไทม์ เช่น กิโลวัตต์ กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 3.2 รูปแบบสีที่ใช้แสดงผลการทำงานของมิเตอร์จากระบบ SCADA

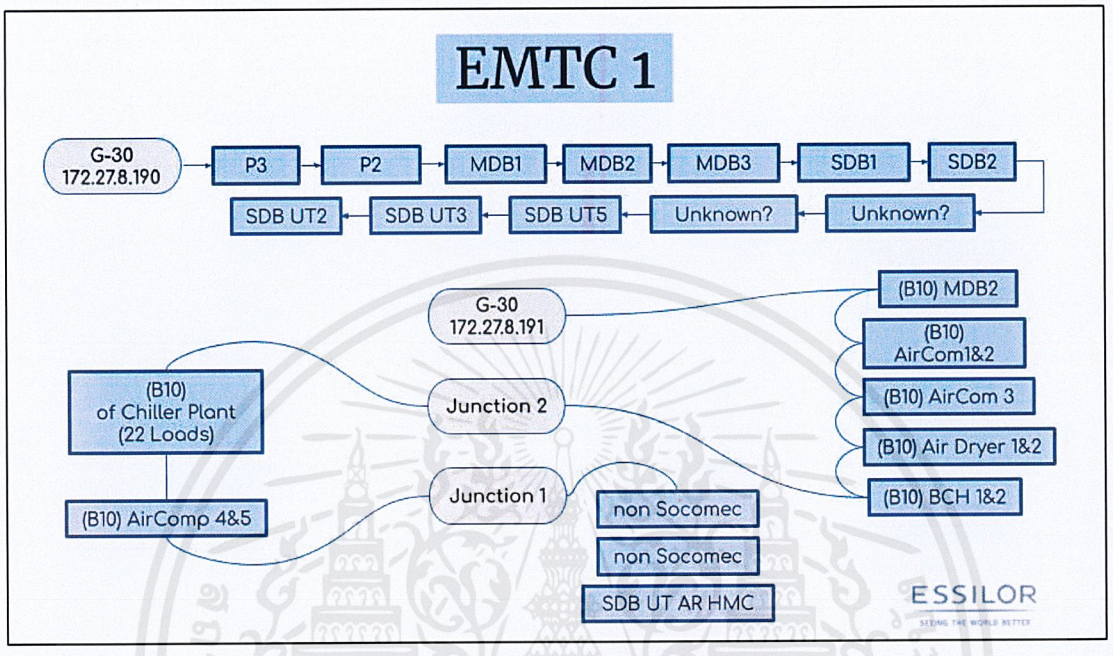


รูปที่ 3.3 หน้าต่างแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของมิเตอร์พลังงาน

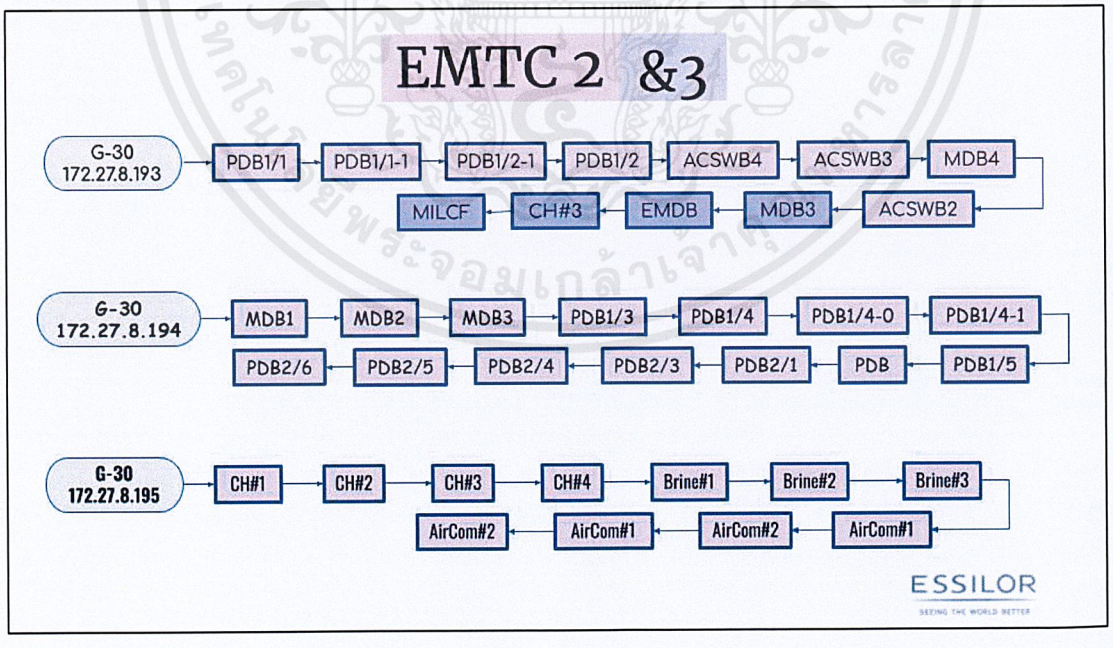
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบลูปการเดินสายของมิเตอร์วัดพลังงาน

เราจำเป็นต้องออกแบบลูปและพิจารณาตำแหน่งของมิเตอร์ไฟฟ้าสำหรับการติดตั้งในอนาคต รูปภาพด้านล่างคือแบบร่างที่แสดงจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดของมิเตอร์วัดพลังงานในลูปของโรงงานใน EMTC1, 2 และ 3



รูปที่ 3.4 การออกแบบลูปมิเตอร์วัดพลังงานในโรงงานที่ 1

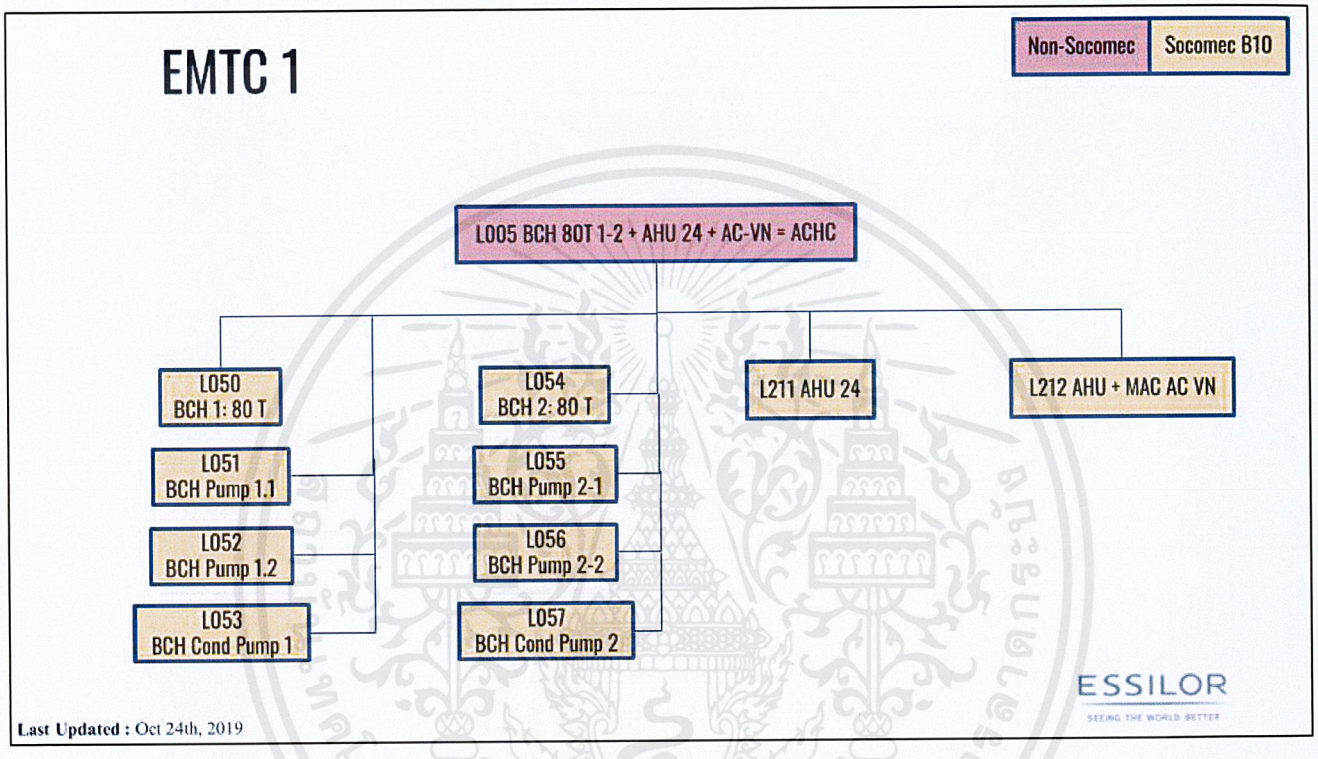


รูปที่ 3.5 หน้าต่างแสดงผลการทำงานแบบเรียลไทม์ของมิเตอร์พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ลำดับการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้โดยมิเตอร์พลังงาน (Hierarchy)

เมื่อเรารู้แผนภาพ single line diagram ของแต่ละตู้ MDB ในแต่ละโรงงานแล้ว ซึ่งตู้ MDB (Main Distribution Board) นั้นจะประกอบด้วยเบรกเกอร์วงจรจำนวนมากกระจายไปยัง DB (Distribution Board) เพื่อกระจายไฟฟ้าไปยังพื้นที่ทำงานต่าง ๆ โดยขั้นตอนแรกของการคำนวณการใช้พลังงานซึ่งก็คือการทำ Energy balancing โดยรูปภาพที่ 3.6 จะแสดงมิเตอร์ไฟฟ้าหลักที่มักใช้มิเตอร์ non-Socomec ซึ่งติดตั้งใน DB



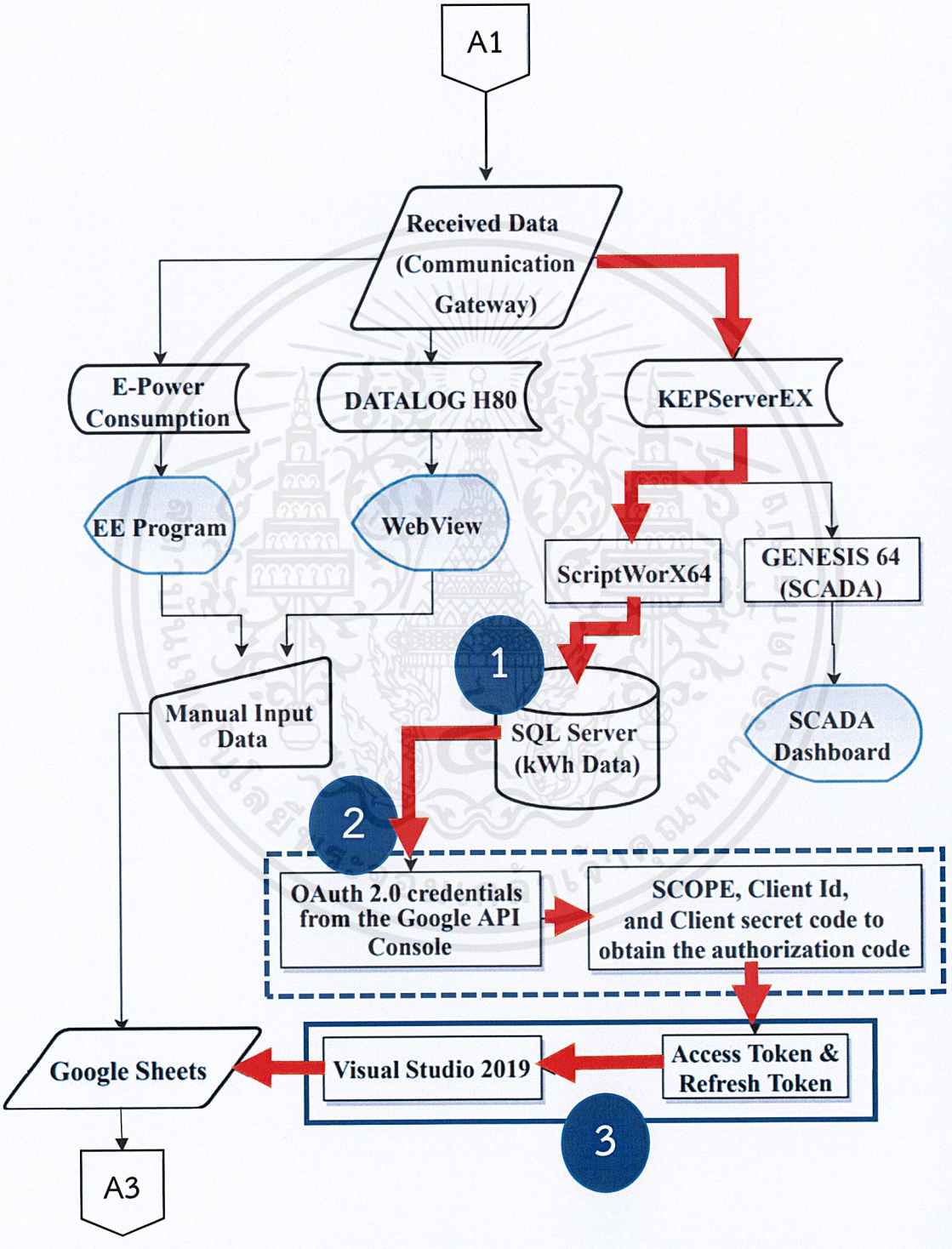
รูปที่ 3.6 Hierarchy สำหรับการทำ Energy balancing

โดยการทำ Energy balancing นั้นทางโรงงานได้เลือกใช้มิเตอร์ของบริษัท Socomec ในการวัด Load ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่สนใจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งมิเตอร์ที่ไม่ใช่ของบริษัท Socomec นั้นจะใช้วัดภาพรวมของระบบนั้น กล่าวคือ ผลรวมของมิเตอร์ Socomec ต้องเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าที่มิเตอร์จากบริษัทที่ไม่ใช่ Socomec วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การจัดการค่าจากข้อมูลดิบที่รับค่ามา

ปัจจุบันนี้บริษัทมีการเก็บข้อมูลดิบโดยใช้ 3 โปรแกรมได้แก่ E-Power Consumption, Socomec WebView และKEPServerEX ซึ่งการดำเนินงานที่จะกล่าวถึงในโครงงานนี้เป็นการใช้งานจาก KEPServerEX เป็นหลักเพราะสามารถส่งออกข้อมูลเพื่อแสดงผลได้อย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 3.7 การรับค่าจากมิเตอร์พลังงานเพื่อแสดงค่าในรายงานพลังงาน

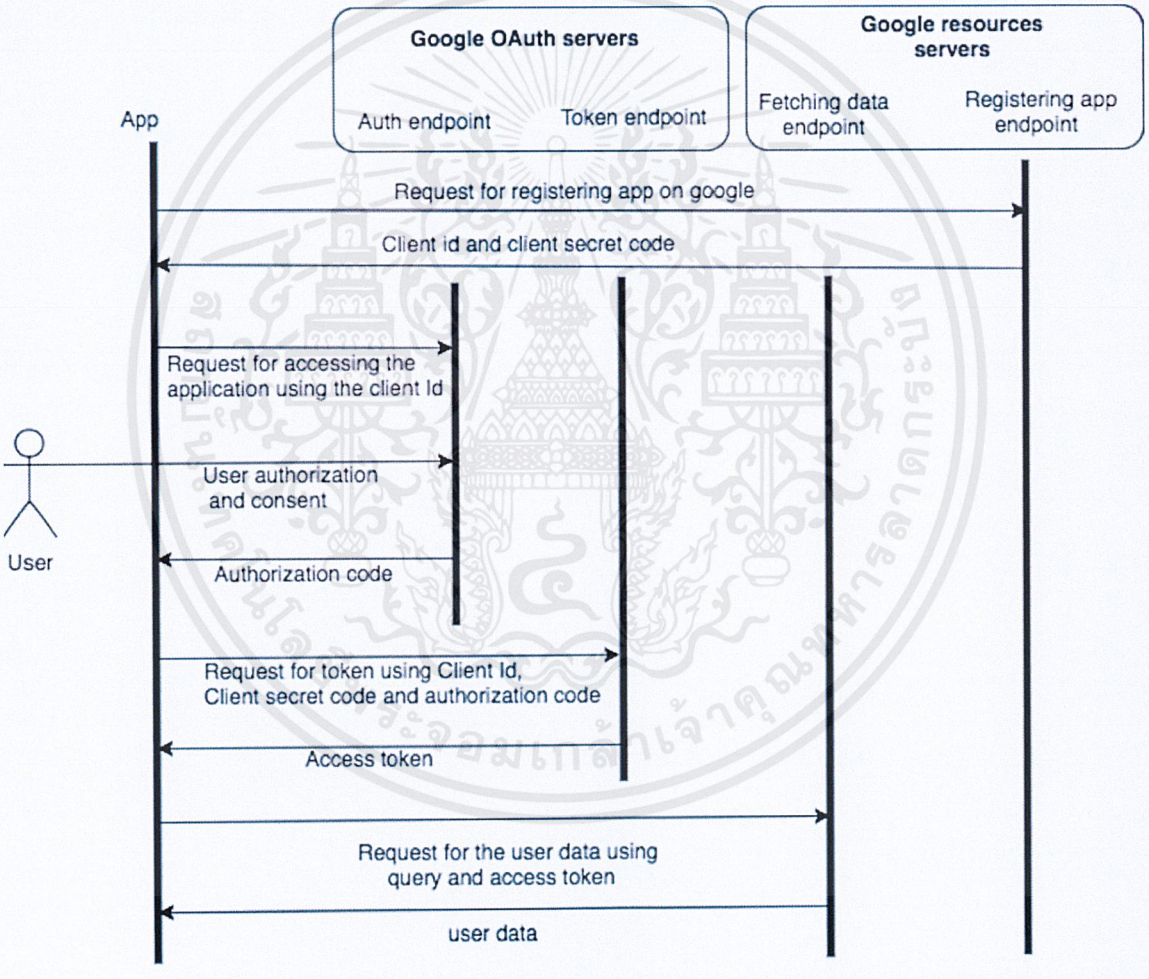
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 โปรแกรม Microsoft SQL Server

ในโปรแกรม Microsoft SQL Server สามารถใส่สูตรคำนวณค่าพลังงานในหน่วย กิโลวัตต์ชั่วโมง ของมิเตอร์พลังงานแต่ละตัวได้ และนำไปแสดงผลแยกตามตาราง เช่น ปริมาณการใช้พลังงานต่อวันต่อเดือน และต่อปี

3.4.2 การรับค่าจาก Google API access - Token

รูปที่ 3.8 แสดงคำขอที่ทำกับ OAuth, Google servers และการตอบกลับที่ได้รับอนุญาตให้แอปพลิเคชันสามารถข้าถึงข้อมูลจาก Google API ได้



รูปที่ 3.8 การรับค่า Google API access - Token

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามตัวแปรต่าง ๆ :

(1) OAuth: OAuth เป็นมาตรฐานแบบเปิดสำหรับการให้สิทธิ์ใช้ โดยทั่วไปเป็นวิธีสำหรับผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในการอนุญาตเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันเพื่อเข้าถึงข้อมูลของพวกเขาบนเว็บไซต์อื่น ๆ แต่ไม่ได้ให้รหัสผ่านแก่พวกเขา กล่าวอีกนัยหนึ่ง OAuth ให้แอปพลิเคชันของคุณเข้าถึงข้อมูลของคุณโดยไม่เปิดเผยรหัสผ่านของผู้ใช้

(2) OAuth 2.0: เป็นรุ่นล่าสุดของ OAuth และเป็นรุ่นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย สิ่งสำคัญที่ควรทราบคือ OAuth 2.0 เป็นโปรโตคอลใหม่ทั้งหมด และไม่สามารถใช้ร่วมกับเวอร์ชั่นก่อนหน้าได้

(3) Client Id: เป็นข้อความเฉพาะที่แสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในการลงทะเบียนข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้ ซึ่งเป็นตัวระบุสำหรับแอปพลิเคชันที่เราจะใช้

(4) Client secret: เป็นรหัสผ่านของผู้ใช้ ที่ใช้ในการตรวจสอบสิทธิ์กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อเป็นนการตรวจสอบความถูกต้อง (เซิร์ฟเวอร์ของ Google ในกรณีนี้ที่ผู้ทำโครงงานจะใช้) เพื่อที่จะตรวจสอบสิทธิ์

(5) Access token: token ที่มีอายุการใช้งาน จำกัด ออกให้แก่ลูกค้าหลังจากการให้สิทธิ์ซึ่งระบุขอบเขตและสิทธิพิเศษสำหรับลูกค้า เช่น การอนุญาตในการ Read, Write, Manage Google Drive เป็นต้น

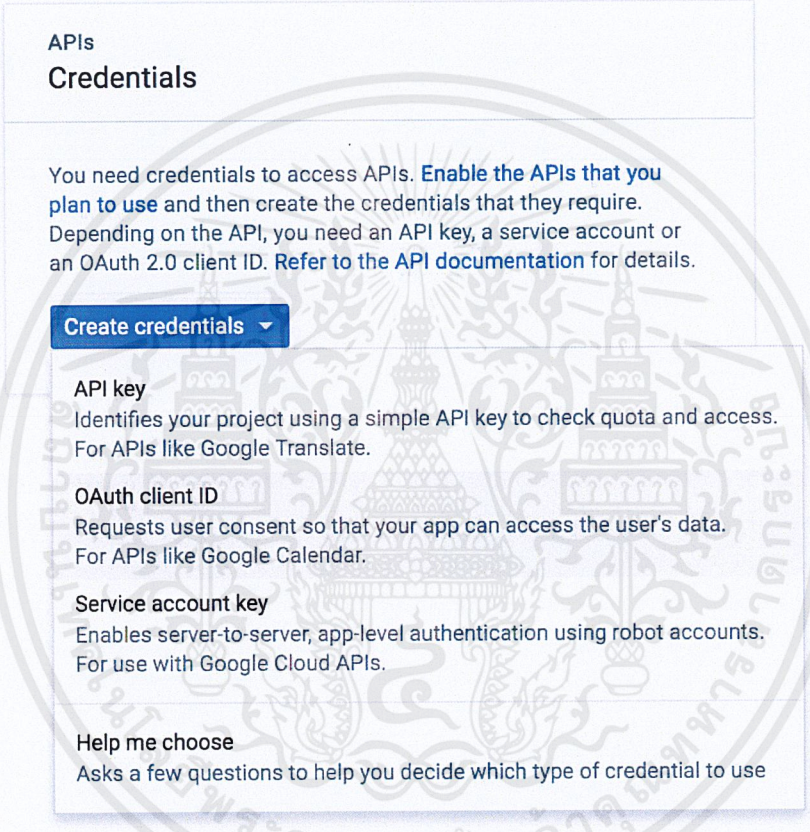
(6) Refresh token: Refresh token เพื่อรับโทเค็นการเข้าถึงใหม่เมื่อโทเค็นก่อนหน้านี้หมดอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการขอ Google API – Access Token:

(1) ติดตั้ง OAuth 2.0 credentials จาก Google API Console: นี่เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการลงทะเบียนแอพพลิเคชั่นของคุณบน Google console เพื่อรับข้อมูลรับรอง OAuth 2.0 credentials

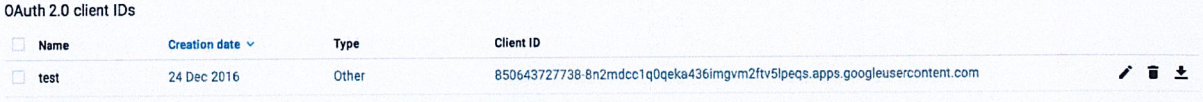
ก่อนอื่นให้เปิดลิงก์ Google console และสร้าง new project โดยเปิดแท็บ “Credentials” และดาวน์โหลด credentials โดยเลือกที่ “Create Credentials” -> “OAuth Client Id.”



รูปที่ 3.9 การสร้าง Credentials และดาวน์โหลด OAuth Client Id

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งชื่อผลิตภัณฑ์บนหน้าจอ OAuth consent screen จากนั้นเลือกแอปพลิเคชันเป็น “Other” แล้วดาวน์โหลดข้อมูลรับรอง (credentials) โดยคลิกที่ไอคอนดาวน์โหลดในส่วน OAuth 2.0 client ID



รูปที่ 3.10 OAuth 2.0 client ID

การรับรอง (credentials) จะอยู่ในรูปของ JSON document ที่มีรหัสผู้ใช้ และรหัสลับของผู้ใช้อยู่

```
{
"installed": {
"client_id": "850643727738-
8n2mdcc1q0qeka436imgvm2ftv5lpeqs.apps.googleusercontent.com",
"project_id": "test-153513",
"auth_uri": "https://accounts.google.com/o/oauth2/auth",
"token_uri": "https://accounts.google.com/o/oauth2/token",
"auth_provider_x509_cert_url":
"https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs",
"client_secret": "Your client secret code",
"redirect_uris": [
"urn:ietf:wg:oauth:2.0:oob",
"http://localhost"
]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ขั้นตอนต่อไปคือการใช้ Client Id และ Client secret code เพื่อรับ authorization code วิธีที่ง่ายที่สุดในการทำเช่นนี้คือการใช้ Oauth 2 client library ซึ่งเป็น Google APIs Client Library สำหรับโปรแกรม Python มันสามารถจัดการกับทุกขั้นตอนของโปรโตคอล OAuth 2.0 ที่จำเป็นสำหรับการเรียกใช้API

```
import httplib2
from oauth2client.client import flow_from_clientsecrets
from oauth2client.file import Storage
from oauth2client.tools import run_flow

CLIENT_SECRET = 'client_secret.json'
SCOPE = 'https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets'
STORAGE = Storage('credentials.storage')

# Start the OAuth flow to retrieve credentials
def authorize_credentials():
# Fetch credentials from storage
    credentials = STORAGE.get()
# If the credentials doesn't exist in the storage location
 then run the flow
    if credentials is None or credentials.invalid:
        flow = flow_from_clientsecrets(CLIENT_SECRET,scope
=SCOPE)
        http = httplib2.Http()
        credentials = run_flow(flow, STORAGE, http=http)
    return credentials
credentials = authorize_credentials()
```

การใช้งาน code นี้จะเปิด browser ของผู้ใช้ขึ้น โดยผู้ใช้ต้องให้สิทธิ์สำหรับแอพพลิเคชั่นในการเข้าถึงข้อมูลในไฟล์ Google Spreadsheets.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียน code

อันดับแรกเราประกาศเส้นทางของข้อมูลประจำตัวของเราที่ได้รับจากขั้นตอนที่ (1)

```
CLIENT_SECRET = 'client_secret.json'
```

ต่อไปเราจะกำหนดขอบเขตของ token ที่ได้รับ ในตัวอย่างนี้เราได้จัดเตรียมขอบเขตสำหรับการ reading และ writing จาก google spreadsheet.

```
SCOPE = 'https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets'
```

ตอนนี้เราสร้างวัตถุเก็บข้อมูล (storage object) ที่โหลด “credentials.storage.” หากไม่มีอยู่มันจะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ข้อมูลรับรอง (credentials) จะถูกเก็บไว้ในเส้นทางการจัดเก็บเพื่อที่เราจะได้ไม่จำเป็นต้องให้สิทธิ์ลูกค้าเมื่อมีคำขอ

```
STORAGE = Storage('credentials.storage')
credentials = STORAGE.get()
```

ตอนนี้เราดึงข้อมูลประจำตัว (credentials) จาก storage object เนื่องจากนี่เป็นครั้งแรกที่เราอนุญาต client และ credentials ก่อนที่ credentials จะไม่จำเป็นต้องใช้ ดังนั้นเราจึงกำหนด flow object โดยใช้วิธีการ flow_from_clientsecrets ใน oauth2client.client ซึ่งflow object มีฟังก์ชั่นในการนำแอปพลิเคชันไปยังเบราว์เซอร์อีกครั้ง เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลโดยผู้ใช้ ทันทีที่แอปพลิเคชันได้รับอนุญาต credentials จะถูกสร้างและจัดเก็บใน storage object และต่อจากนี้ไปเราจะไม่ต้องใช้ flow object เพื่ออนุมัติแอปพลิเคชันในการเข้าถึงการใช้งานอีก

```
if credentials is None or credentials.invalid:
        flow = flow_from_clientsecrets(CLIENT_SECRET, scope=SCOPE)
        http = httplib2.Http()
        credentials = run_flow(flow, STORAGE, http=http)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Credentials ที่ถูกสร้างขึ้น จะถูกเก็บในรูปของ JSON file ดังแสดงในรูป

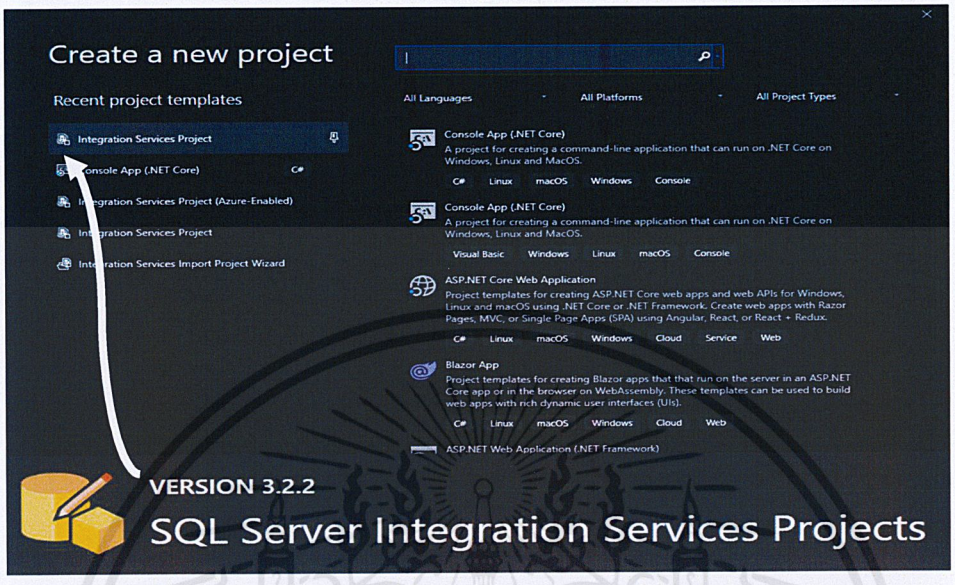

```
{
"_module": "oauth2client.client",
"scopes": [
"https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets.readonly"
],
"token_expiry": "2016-12-24T18:58:11Z",
"id_token": null,
"access_token": "my_access_token",
"token_uri": "https://accounts.google.com/o/oauth2/token",
"invalid": false,
"token_response": {
"access_token": "my_access_token",
"token_type": "Bearer",
"expires_in": 3600,
"refresh_token": "my_refresh_token"
},
"client_id": "850643727738-
8n2mdcc1q0qeka436imgvm2ftv5lpeqs.apps.googleusercontent.com",
"token_info_uri":
"https://www.googleapis.com/oauth2/v3/tokeninfo",
"client_secret": "My client secret",
"revoke_uri": "https://accounts.google.com/o/oauth2/revoke",
"_class": "OAuth2Credentials",
"refresh_token": "my_refresh_token",
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

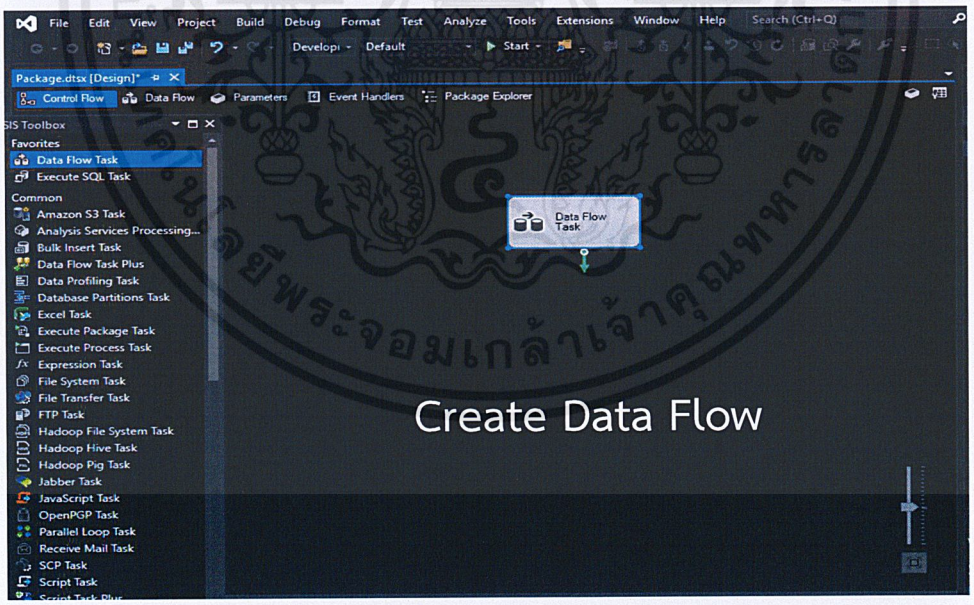
3

3.4.3 Visual Studio 2019 Program

Add connection

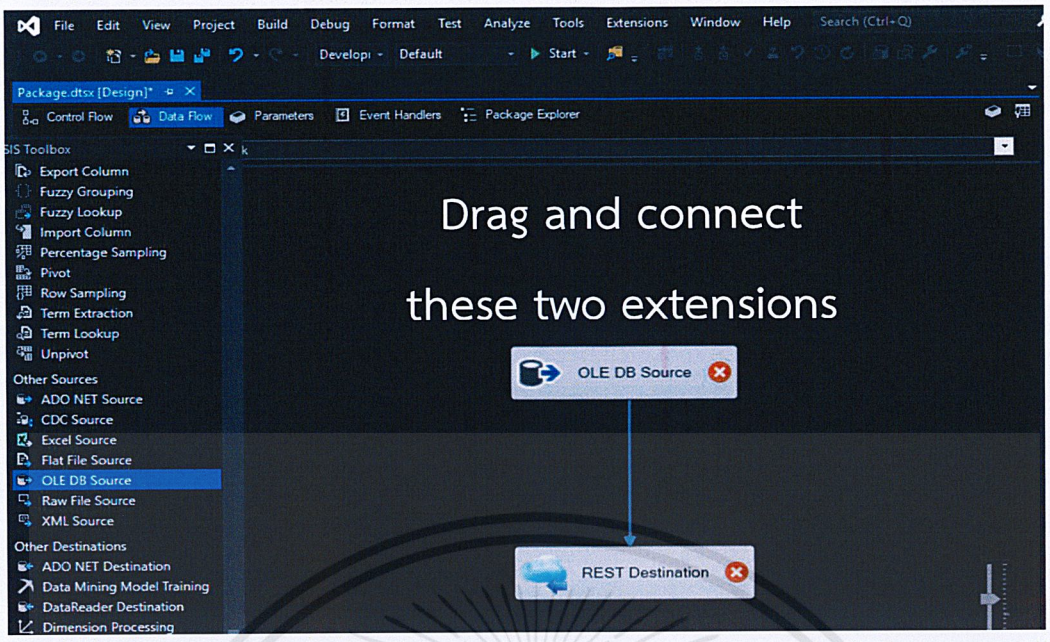


รูปที่ 3.11 Create a new project in Visual Studio 2019

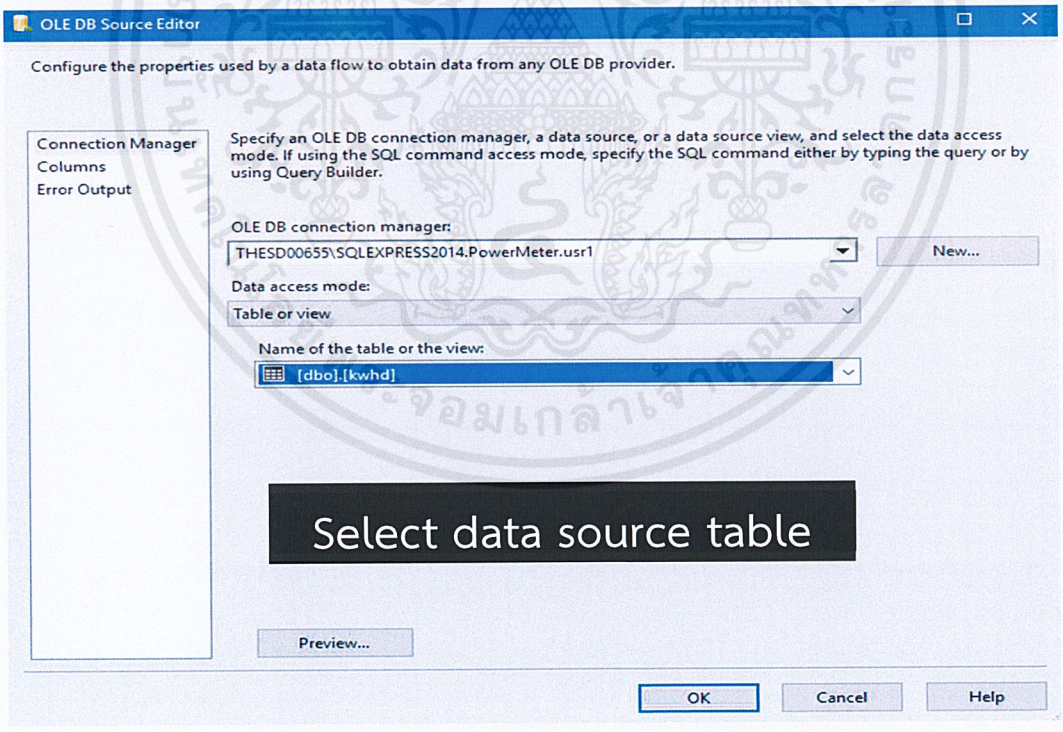


รูปที่ 3.12 Create data flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

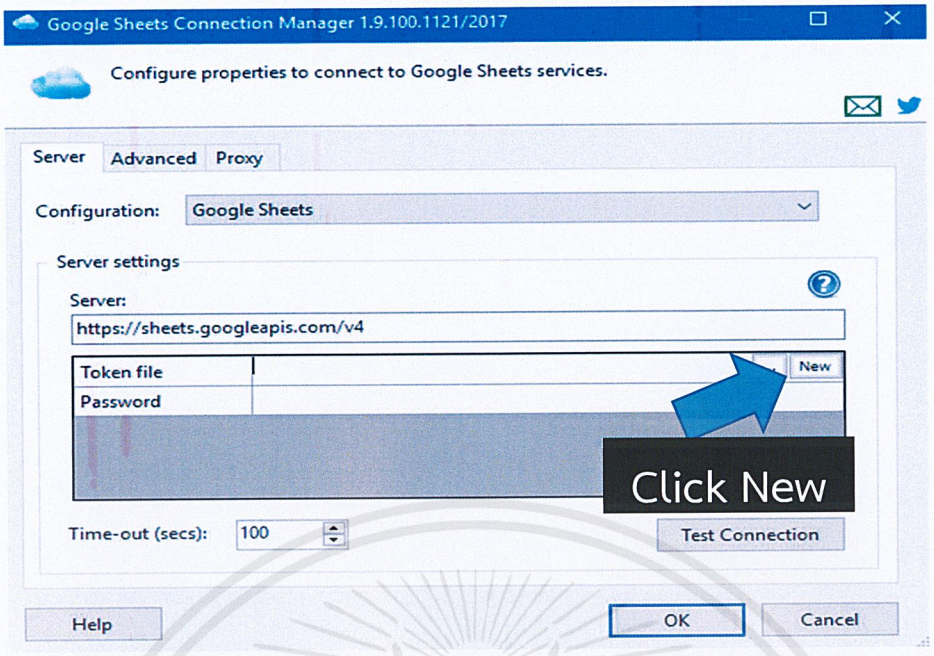


รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อข้อมูลจาก MS SQL Server สู่Google Sheets โดย REST Destination

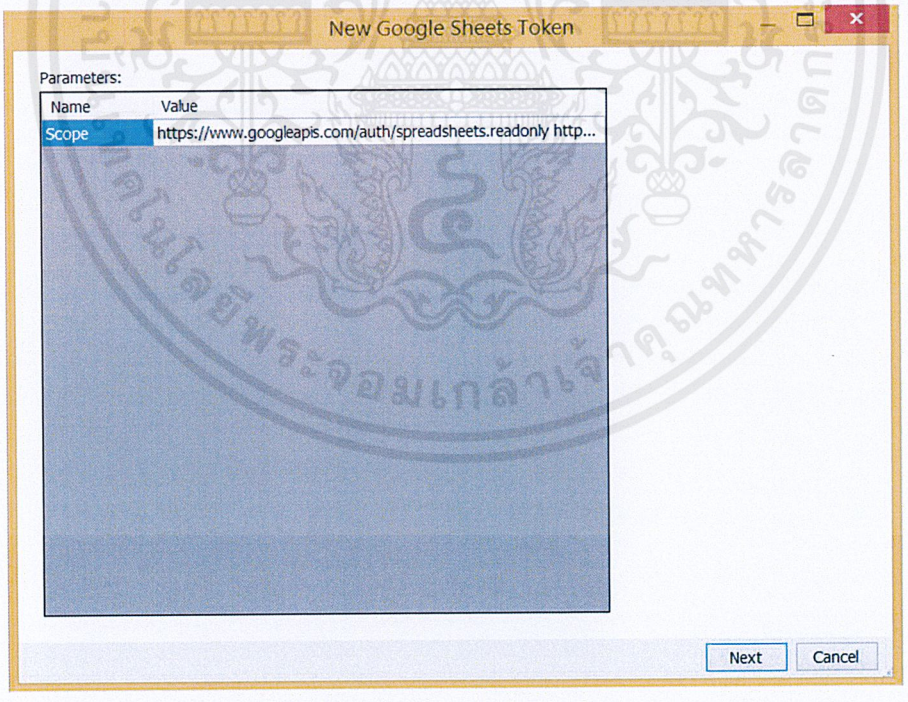


รูปที่ 3.14 การเลือกตารางที่ต้องการส่งค่าจาก MS SQL Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

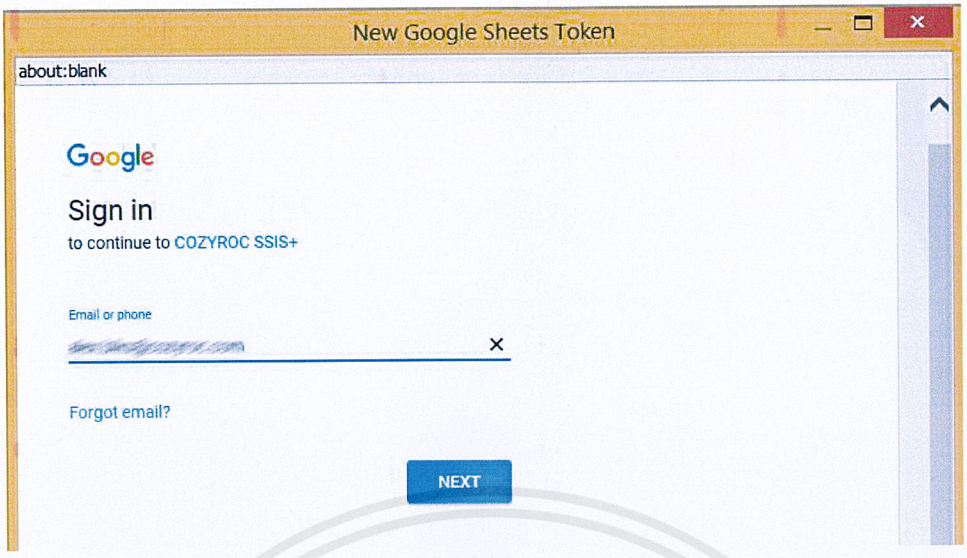


รูปที่ 3.15 หน้าต่างเริ่มต้นของ REST Connection extension



รูปที่ 3.16 การกำหนด scope สำหรับการ ReadหรือWrite

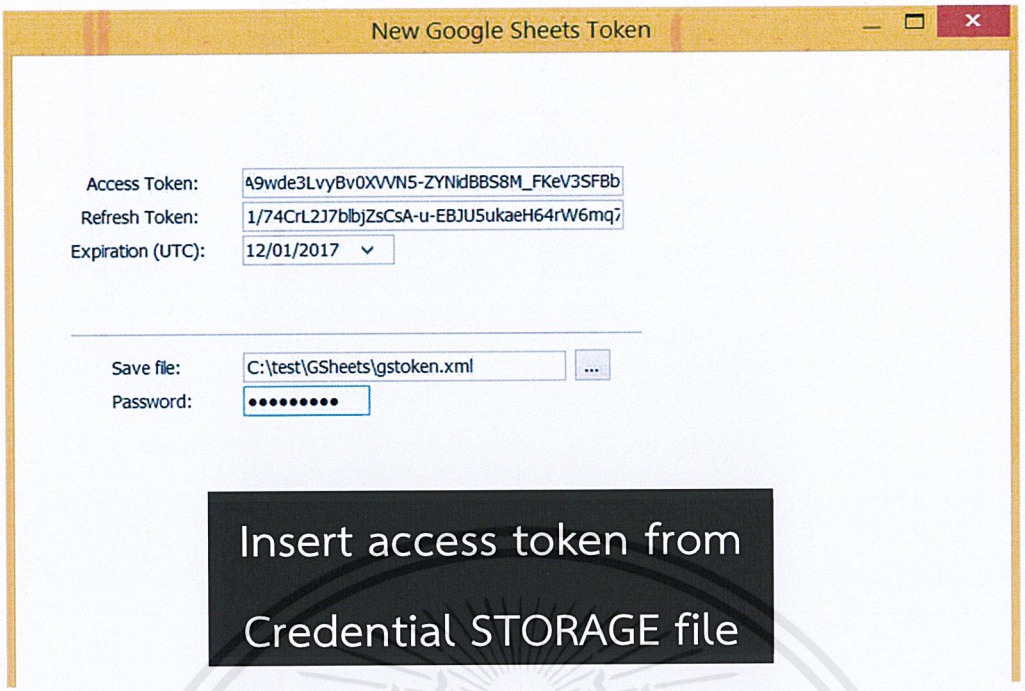
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 หน้าต่างเพื่อ Sign in เข้าบัญชี Google

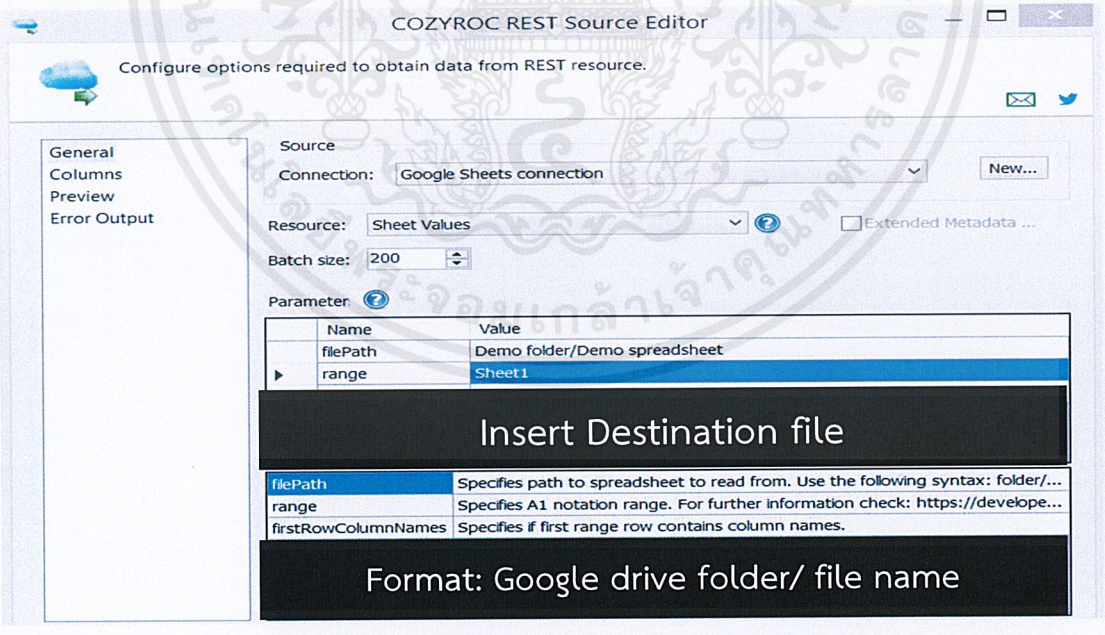
รูปที่ 3.18 หน้าต่างสำหรับการอนุญาตการเข้าถึงไฟล์ใน Google Drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



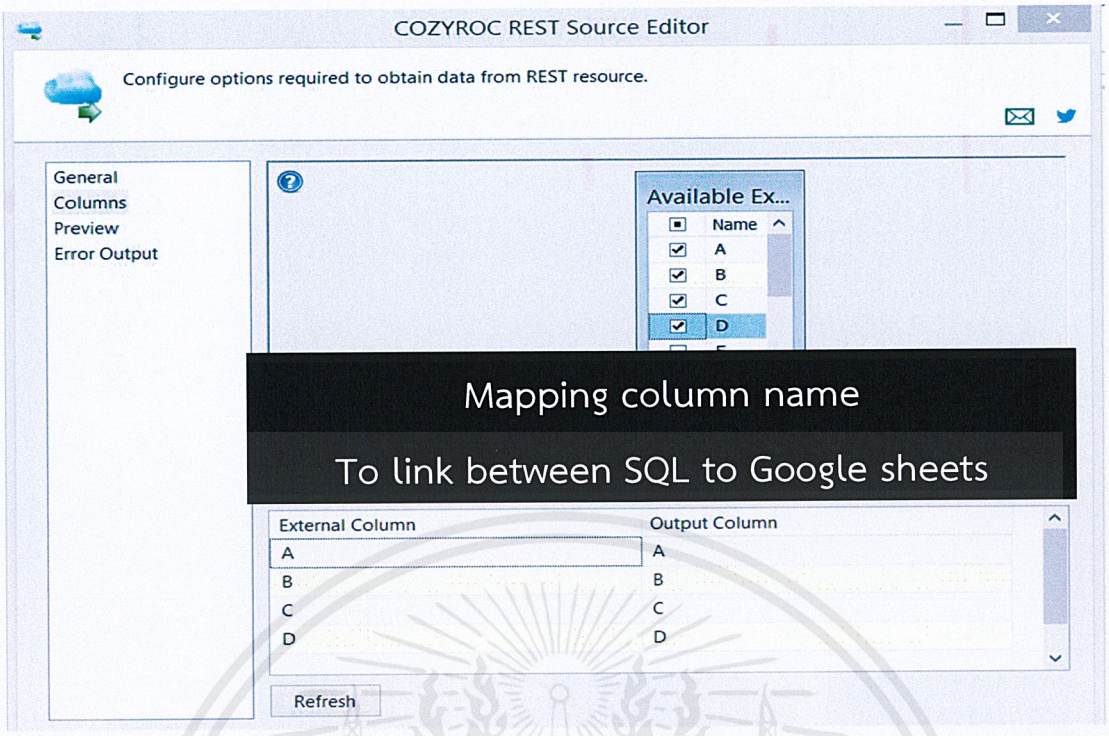
รูปที่ 3.19 การใส่ Google Sheets API – Token Access

Obtaining data

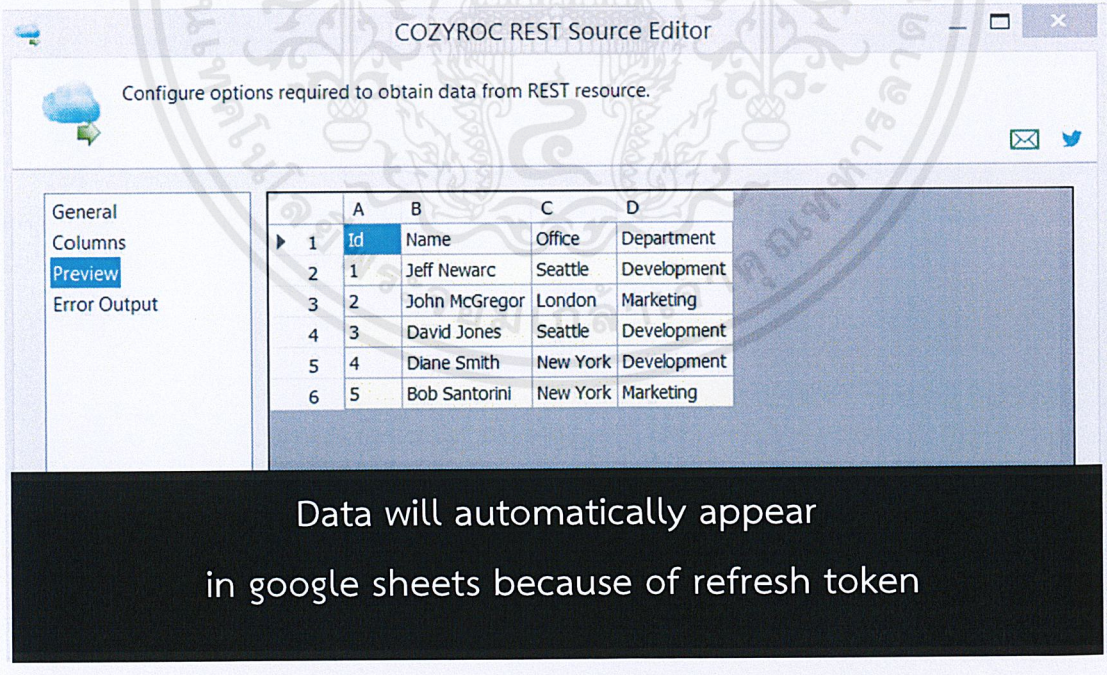


รูปที่ 3.20 การเลือกไฟล์ที่ต้องการนำค่าเข้าไปใส่ใน Google Spreadsheets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 การ Mapping Column

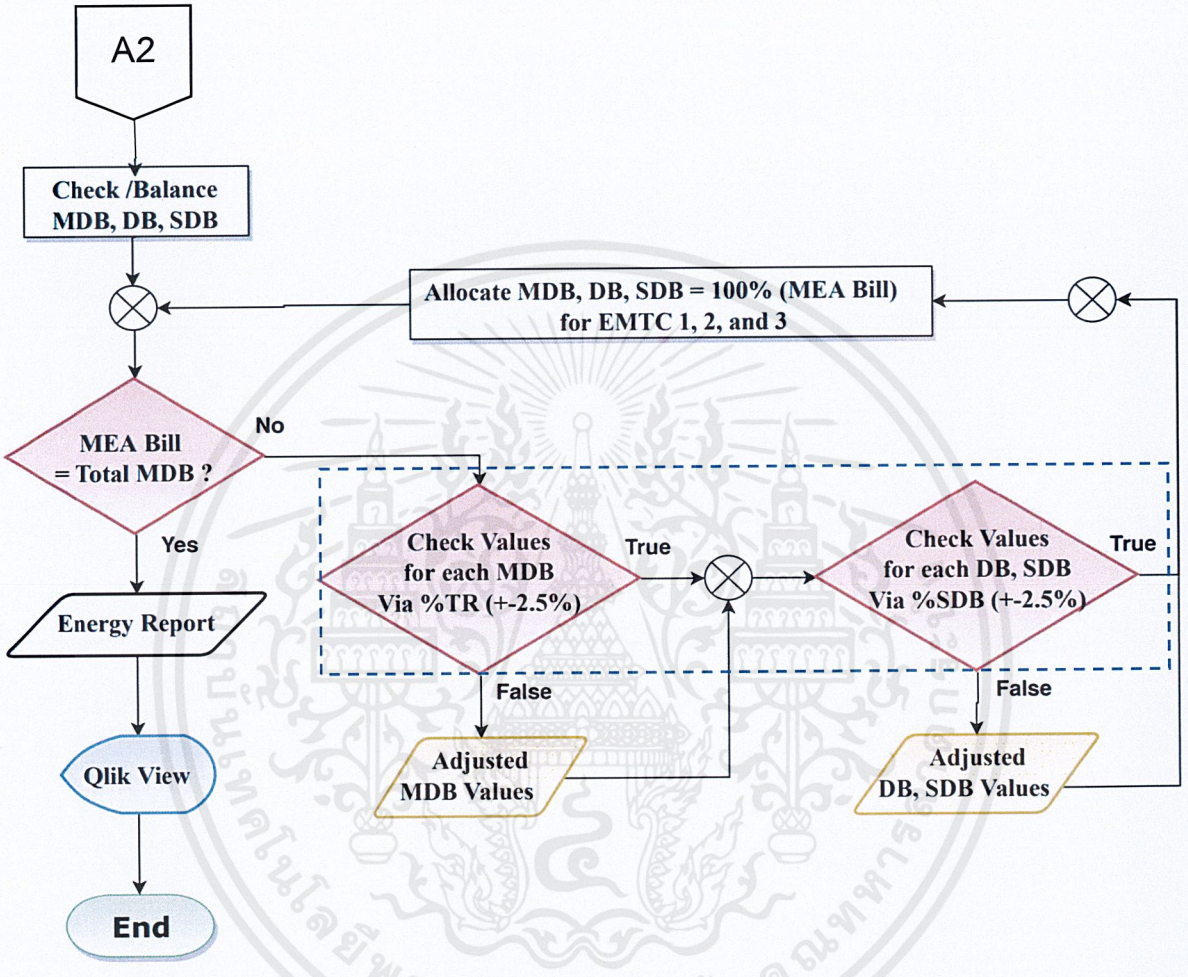


รูปที่ 3.22 หน้าต่าง Preview ข้อมูลที่ทำการส่งไป Google Sheets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การอัปเดตข้อมูล

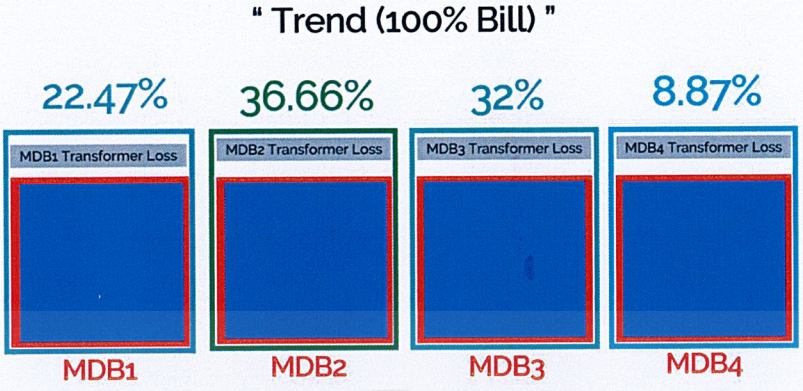
กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เพิ่ม หรือลด Load ใน DB (Distribution Board) จะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.23 Flowchart ของส่วนที่ต้องอัปเดตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลใน DB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การใส่ค่าสัดส่วนโดยแบ่งตามเปอร์เซ็นต์จากบิลการไฟฟ้า (%TR)



รูปที่ 3.24 เปอร์เซ็นต์ของค่า MDB ต่าง ๆ ในโรงงาน (1)

RETURN	
Working Days	
MEA Bill (kWh)	
EMTC 1	%TR
MDB1	22.470%
MDB2	36.660%
MDB3	32.000%
MDB4	8.870%

รูปที่ 3.25 เปอร์เซ็นต์ของค่า MDB ต่าง ๆ ในโรงงาน (2)

อย่างที่เราทราบเราใช้ตัวแปลงเปอร์เซ็นต์ (% TR) ในฐานะตัวแทนสำหรับ MDB ซึ่งแต่ละตัวนั้นได้รวมพลังงานการสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้าขยะลดระดับแรงดันลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ใน DB จะส่งผลกระทบต่อ %TR และค่าที่ถูกปรับ ตั้งแต่ในอดีตที่ผ่านมาจนถึงค่าในอนาคตอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 วิธีหาค่า %TR ที่เหมาะสม

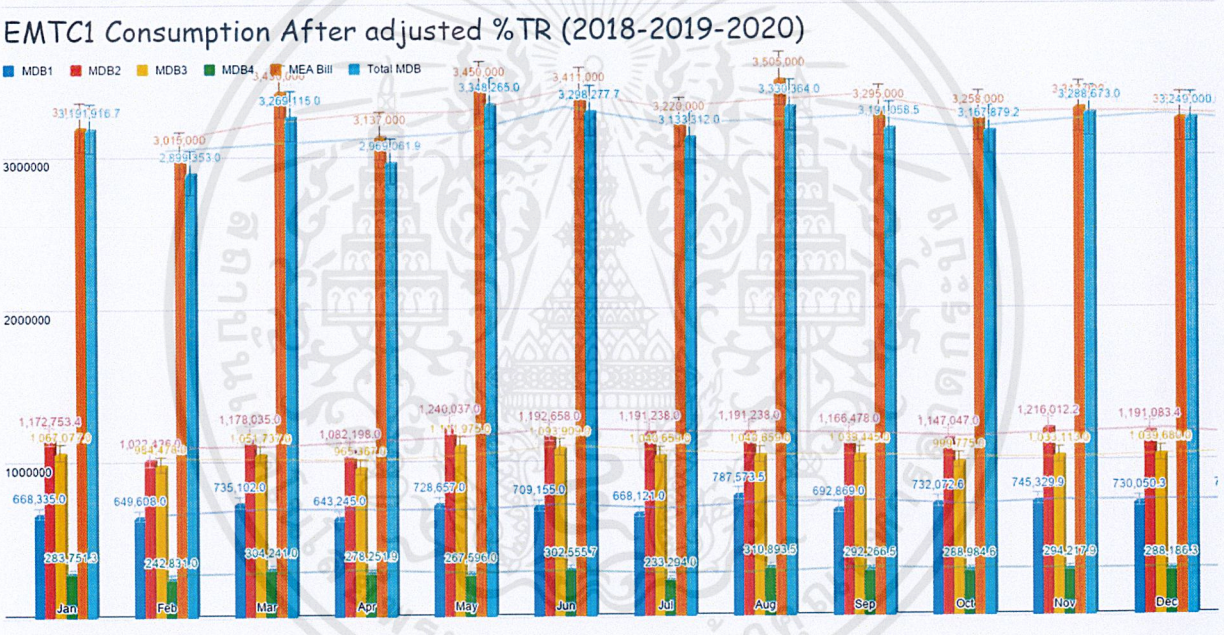
ขั้นตอนที่ 1: ระบุโหลดหรืออุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อตู้ MDB และDB

ขั้นตอนที่ 2: หาอัตราส่วนใหม่ (%TR) โดยนำข้อมูลดิบของ MDB ทุกตัวในโรงงานที่มิเตอร์อ่านได้ในเดือนก่อนหน้า

ขั้นตอนที่ 3: พิจารณาค่าที่แสดงสีเหลืองซึ่งหมายถึงค่าดิบนั้นมีการเปลี่ยนแปลงคือถูกนำค่ากลางมาใส่เพราะข้อมูลดิบนั้นมีค่าเกินขอบเขตบนหรือขอบเขตล่างเกินกว่าเปอร์เซ็นที่ได้กำหนดไว้ โดยถ้าเกิดกรณีนี้ขึ้นให้ปรึกษาผู้จัดการพลังงานว่าค่าที่ปรับไปนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อปรับค่า %TR เพิ่มหรือลดลง และปรับขอบเขตบนหรือขอบเขตล่าง จนกว่าจะได้ค่ากลางที่สมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 4: ทำขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งเพื่อหาค่า %DB ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5: แก้ไขสูตรใน cell ที่ลิงก์ที่ลิงก์ข้อมูลจาก MS SQL Server ไปยังรายงานพลังงาน

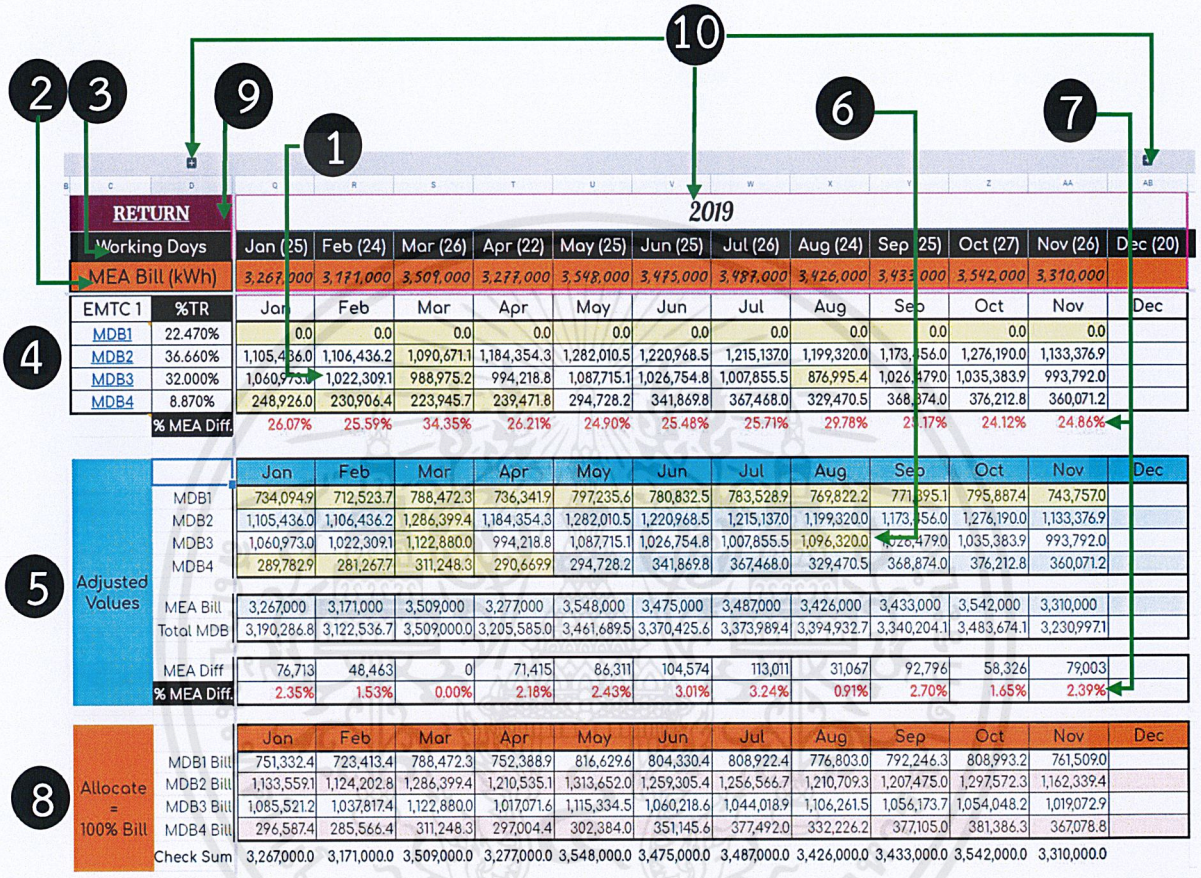


รูปที่ 3.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบิลการไฟฟ้ากับผลรวมของค่า MDB ทุกตัวในหน่วย kWh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 หน้า Home Page



รูปที่ 4.1 หน้า Home page ของการปรับค่าดิบของ MDB ที่ได้จาก Power meter

4.1.1 ส่วนที่ต้องป้อนข้อมูล ประกอบด้วยหมายเลขดังต่อไปนี้

1. ค่าของ MDB ทุกตัวที่วัดได้จาก Power Meter ของแต่ละเดือน
2. ปริมาณกิโลวัตต์ชั่วโมงที่การไฟฟ้าวัดค่าได้ของแต่ละเดือน
3. จำนวนวันทำการของฝ่ายผลิตเลนส์
4. เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละ MDB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ส่วนที่ปรับค่าอัตโนมัติ ประกอบด้วยหมายเลขดังต่อไปนี้

5. แสดงค่าที่ถูกปรับเนื่องจากหลุดจากค่าขอบบนหรือขอบล่างที่กำหนดไว้

6. ค่าที่ถูก Highlight หมายถึงค่าที่ถูกใส่ค่ากลางเข้าไปแทนที่ค่าที่ได้จากข้อมูลดิบ

7. ค่าเปอร์เซ็นความแตกต่างเมื่อเทียบผลรวมของ MDB ในแต่ละช่วง กับบิลการไฟฟ้า

8. การกระจายค่าที่แตกต่างกับการไฟฟ้าตามสัดส่วน %TR ที่ได้หาไว้ซึ่งจะทำให้ผลรวมของ MDB ทุกตัวนั้นมีค่าเท่ากับบิลการไฟฟ้า

9. กลับสู่หน้าโฮมเพจ

10. แสดงค่าของทุกเดือนตั้งแต่ปีค.ศ.2018 ถึง ค.ศ.2020

4.2 สูตรที่ใช้คำนวณใน Google Sheets

ข้อมูลดิบในหน่วย Kilowatt-hour ของ Power Meter แต่ละตัวที่นำเข้ามาจาก MS SQL Server จะถูกกระทำด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ IF, AND, OR.

ในปัจจุบันนี้ค่าที่เรานำมาใช้คำนวณนั้นมาจาก MS SQL Server โดยใช้ Google Sheets ในการคำนวณค่าต่าง ๆ ซึ่งค่อนข้างมีข้อจำกัดหลายประการ กล่าวคือห้ามกระทำการใด ๆ ที่ส่งผลต่อสูตร เช่นการเพิ่มหรือลดแถว และการลบ cell เป็นต้น โดยในอนาคตทางบริษัทได้วางแผนที่จะใช้ซอฟต์แวร์อื่น ๆ ในการคำนวณ เช่น ซอฟต์แวร์ของ GENESIS 64 ที่สามารถนำมาใช้ทำระบบ SCADA และคำนวณสูตร หรือ Logic operation รูปแบบต่าง ๆ ได้ และให้ Google Sheets มีหน้าที่เพียงแค่รายงานผลการใช้พลังงานในแต่ละแผนกแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 Main Distribution Board (MDB)

	C	D	AA
1	RETURN		
2	Working Days		Nov (26)
3	MEA Bill (kWh)		3,310,000
4	EMTC 1	%TR	Nov
5	MDB1	22.470%	0.0
6	MDB2	36.660%	1,133,376.9
7	MDB3	32.000%	993,792.0
8	MDB4	8.870%	360,071.2
9		% MEA Diff.	24.86%
10			
11	Adjusted Values		Nov
12		MDB1	743,757.0
13		MDB2	1,133,376.9
14		MDB3	993,792.0
15		MDB4	360,071.2
16			
17		MEA Bill	3,310,000
18		Total MDB	3,230,997.1
19			
20		MEA Diff	79,003
21		% MEA Diff.	2.39%
22			
23			
24	Allocate = 100% Bill		Nov
25		MDB1 Bill	761,509.0
26		MDB2 Bill	1,162,339.4
27		MDB3 Bill	1,019,072.9
28		MDB4 Bill	367,078.8
29		Check Sum	3,310,000.0

```
=IF (AND(AA9<=0.03,
AA5<>0),AA5
```

“ถ้าผมรวมของค่าดิบของ MDB ทุกตัวมีค่าเท่ากับ หรือน้อยกว่า 3% และค่า MDB1 ต้องไม่เท่ากับศูนย์แสดงว่าค่าดิบของ MDB1 มีความน่าเชื่อถือ”

```
,IF(OR(AA5>D5*AA3*1.1,AA5<D
5*AA3*0.9)
```

“จากเงื่อนไขด้านบนถ้าไม่เป็นจริงก็จะต้องตรวจสอบค่า MDB1 โดยตั้งค่าขอบบน กับขอบล่างอย่างละ 10% จากค่ากลางซึ่งก็คือ %TR คูณกับบิลการไฟฟ้า”

```
,AA3*D5
```

“ถ้าค่าดิบหลุดจากขอบบนหรือล่างที่ตั้งไว้ระบบก็จะใส่ค่ากลางเข้าไปแทนที่

```
,AA5))
```

“ถ้าค่าดิบยังอยู่ในขอบเขตก็สามารถใช้ค่าดิบนั้นได้เลย”

```
=AA$12+(AA$20*$D$5)
```

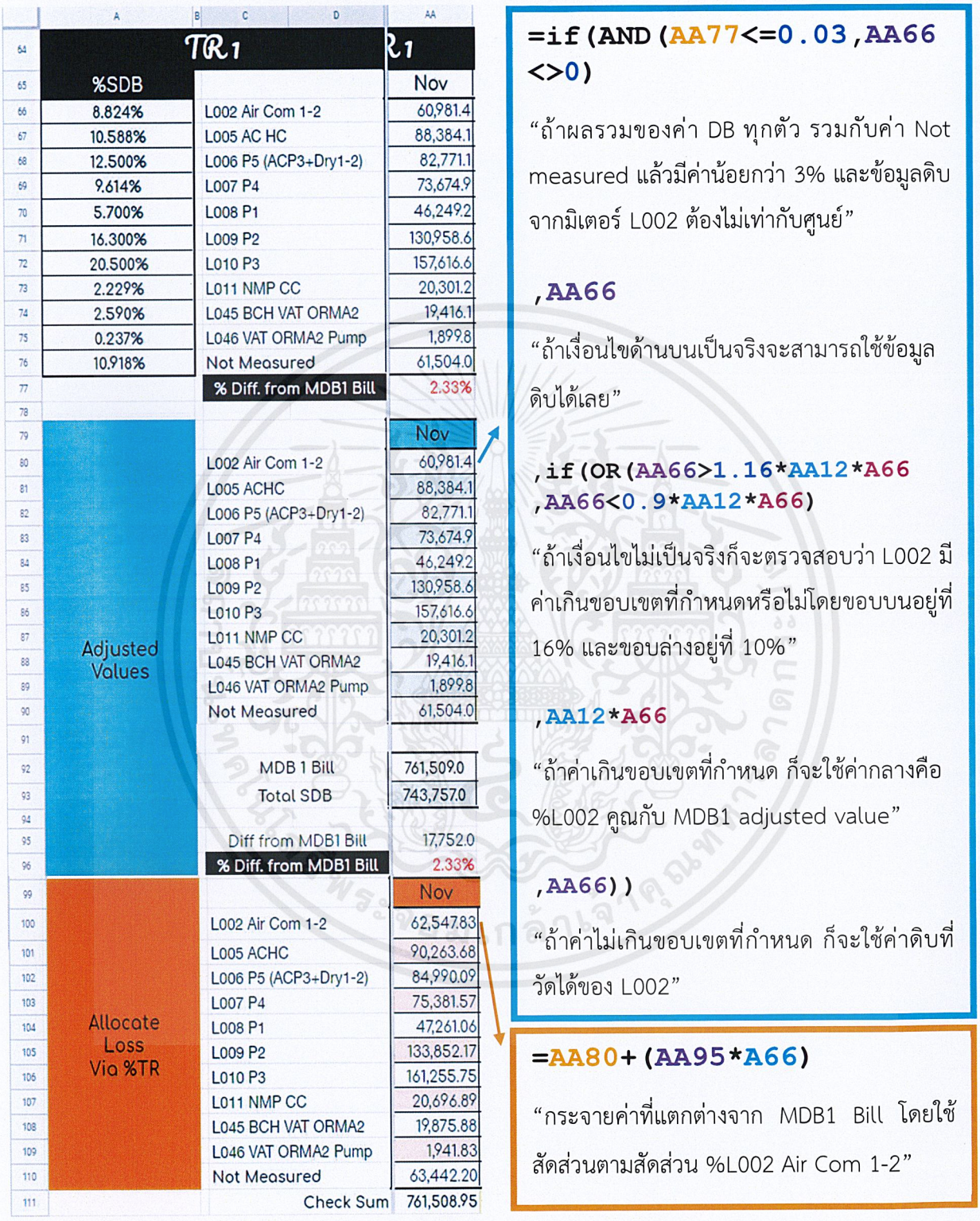
“กระจายค่าที่ห่างจากการไฟฟ้าโดยใช้อัตราส่วนจาก %TR”

รูปที่ 4.2 หน้าการคำนวณ MDB

% TR มีความสำคัญอย่างยิ่งไม่เพียงแต่สำหรับการคำนวณเท่านั้นเพราะมันมีผลต่อค่ากลางและขอบเขตบนและล่าง สำหรับการตรวจสอบข้อมูลดิบ ซึ่งเป็นค่าที่สำคัญมากเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่านี้ เช่น จำนวนเลนส์ที่ผลิต วันทำงาน โหลด มิเตอร์ไฟฟ้าที่อ่านค่าไม่ได้หรือไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ ซึ่งทางบริษัทได้วางแผนที่จะปรับปรุงค่านี้โดยใช้สมการพยากรณ์ (multiple regression method) โดยค่าหลังจากการกระจายส่วนที่แตกต่างจากการไฟฟ้าแล้วจะเรียกว่า "MDB1 Bill"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 Distribution Board (DB)



	A	B	C	D	AA
64		TR1			R1
65	%SDB				Nov
66	8.824%		L002 Air Com 1-2		60,981.4
67	10.588%		L005 AC HC		88,384.1
68	12.500%		L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		82,771.1
69	9.614%		L007 P4		73,674.9
70	5.700%		L008 P1		46,249.2
71	16.300%		L009 P2		130,958.6
72	20.500%		L010 P3		157,616.6
73	2.229%		L011 NMP CC		20,301.2
74	2.590%		L045 BCH VAT ORMA2		19,416.1
75	0.237%		L046 VAT ORMA2 Pump		1,899.8
76	10.918%		Not Measured		61,504.0
77			% Diff. from MDB1 Bill		2.33%
78					
79					Nov
80			L002 Air Com 1-2		60,981.4
81			L005 ACHC		88,384.1
82			L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		82,771.1
83			L007 P4		73,674.9
84			L008 P1		46,249.2
85			L009 P2		130,958.6
86			L010 P3		157,616.6
87			L011 NMP CC		20,301.2
88			L045 BCH VAT ORMA2		19,416.1
89			L046 VAT ORMA2 Pump		1,899.8
90			Not Measured		61,504.0
91					
92			MDB 1 Bill		761,509.0
93			Total SDB		743,757.0
94					
95			Diff from MDB1 Bill		17,752.0
96			% Diff. from MDB1 Bill		2.33%
99					Nov
100			L002 Air Com 1-2		62,547.83
101			L005 ACHC		90,263.68
102			L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		84,990.09
103			L007 P4		75,381.57
104			L008 P1		47,261.06
105			L009 P2		133,852.17
106			L010 P3		161,255.75
107			L011 NMP CC		20,696.89
108			L045 BCH VAT ORMA2		19,875.88
109			L046 VAT ORMA2 Pump		1,941.83
110			Not Measured		63,442.20
111				Check Sum	761,508.95

Adjusted Values

Allocate Loss Via %TR

=if(AND(AA77<=0.03,AA66<>0)

“ถ้าผลรวมของค่า DB ทุกตัว รวมกับค่า Not measured แล้วมีค่าน้อยกว่า 3% และข้อมูลดิบจากมิเตอร์ L002 ต้องไม่เท่ากับศูนย์”

,AA66

“ถ้าเงื่อนไขด้านบนเป็นจริงจะสามารถใช้ข้อมูลดิบได้เลย”

,if(OR(AA66>1.16*AA12*A66,AA66<0.9*AA12*A66)

“ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นจริงก็จะตรวจสอบว่า L002 มีค่าเกินขอบเขตที่กำหนดหรือไม่โดยขอบบนอยู่ที่ 16% และขอบล่างอยู่ที่ 10%”

,AA12*A66

“ถ้าค่าเกินขอบเขตที่กำหนด ก็จะใช้ค่ากลางคือ %L002 คูณกับ MDB1 adjusted value”

,AA66))

“ถ้าค่าไม่เกินขอบเขตที่กำหนด ก็จะใช้ค่าดิบที่วัดได้ของ L002”

=AA80+(AA95*A66)

“กระจายค่าที่แตกต่างจาก MDB1 Bill โดยใช้สัดส่วนตามสัดส่วน %L002 Air Com 1-2”

รูปที่ 4.3 สูตรการคำนวณสำหรับ DB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 Not Measured

เนื่องจากในทางปฏิบัตินั้นเราจะไม่ติดมิเตอร์ครบทุก DB โดยเราจะเรียนว่า “Not-Measured.” หรือก็คือค่าที่ไม่ได้วัด โดยจะหาค่าที่ไม่ได้วัดนี้โดยใช้การคำนวณจากสมการที่ (2.5)

	A	B	C	D	AA
64	TR1				R1
65	%SDB				Nov
66	8.824%		L002 Air Com 1-2		60,981.4
67	10.588%		L005 AC HC		88,384.1
68	12.500%		L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		82,771.1
69	9.614%		L007 P4		73,674.9
70	5.700%		L008 P1		46,249.2
71	16.300%		L009 P2		130,958.6
72	20.500%		L010 P3		157,616.6
73	2.229%		L011 NMP CC		20,301.2
74	2.590%		L045 BCH VAT ORMA2		19,416.1
75	0.237%		L046 VAT ORMA2 Pump		1,899.8
76	10.918%		Not Measured		61,504.0
77			% Diff. from MDB1 Bill		2.33%
78					
79					Nov
80			L002 Air Com 1-2		60,981.4
81			L005 ACHC		88,384.1
82			L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		82,771.1
83			L007 P4		73,674.9
84			L008 P1		46,249.2
85			L009 P2		130,958.6
86			L010 P3		157,616.6
87	Adjusted Values		L011 NMP CC		20,301.2
88			L045 BCH VAT ORMA2		19,416.1
89			L046 VAT ORMA2 Pump		1,899.8
90			Not Measured		61,504.0
91					
92			MDB 1 Bill		761,509.0
93			Total SDB		743,757.0
94					
95			Diff from MDB1 Bill		17,752.0
96			% Diff. from MDB1 Bill		2.33%
97					
99					Nov
100			L002 Air Com 1-2		62,547.83
101			L005 ACHC		90,263.68
102			L006 P5 (ACP3+Dry1-2)		84,990.09
103			L007 P4		75,381.57
104	Allocate Loss Via %TR		L008 P1		47,261.06
105			L009 P2		133,852.17
106			L010 P3		161,255.75
107			L011 NMP CC		20,696.89
108			L045 BCH VAT ORMA2		19,875.88
109			L046 VAT ORMA2 Pump		1,941.83
110			Not Measured		63,442.20
111				Check Sum	761,508.95

รูปที่ 4.4 การคำนวณค่า Not Measured

```
=IF(OR(AA5=0,AA5>1.5*AA3*D5
,AA5<0.5*AA3*D5)
```

“ถ้าค่าดิบของ MDB1 เท่ากับศูนย์หรือหลุดขอบเขตของ MDB1 (ค่ากลาง) เกินกว่า 50%

```
,AA12-sum(AA66:AA75)
```

“ถ้าเงื่อนไขด้านบนเป็นจริงหมาความว่าตัวตั้งซึ่งก็คือ MDB1 (ข้อมูลดิบ) ผิดปกติ ซึ่งจะใช้ค่า MDB1 adjusted value - ∑DB แทนค่า Not measured”

```
,AA5-sum(AA66:AA75))
```

“ถ้าเงื่อนไขด้านบนเป็นเท็จก็จะใช้ค่า MDB1 raw data - ∑DB แทนค่า Not measured”

```
=if(AA$77>0.03,
AA$12-sum(AA80:AA89)
```

“ตรวจสอบค่า % Diff. from MDB1 Bill ในข้อมูลดิบว่าถ้ามากกว่า 3% จะใช้ค่า MDB1 adjusted value - ∑DB adjusted แทนค่า Not measured”

```
,AA$76-
if(AA$75=0,AA$89,0)-
if(AA$74=0,AA$88,0)-
if(AA$73=0,AA$87,0)-
if(AA$72=0,AA$86,0)-
if(AA$71=0,AA$85,0)-
if(AA$70=0,AA$84,0)-
if(AA$69=0,AA$83,0)-
if(AA$68=0,AA$82,0)-
if(AA$67=0,AA$81,0)-
if(AA$66=0,AA$80,0) )
```

“ในกรณีที่ค่าดิบในบาง DB เท่ากับศูนย์เมื่อปรับค่าแล้วก็จะได้ค่ากลางมาใส่ ทำให้ Not measured ลดลง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

5.1 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้นำเสนอถึงการสร้างสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรืออัลกอริทึม และการออกแบบการดึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือเลข index จากสมาร์ทมิเตอร์แล้วนำไปคำนวณเพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยของกิโลวัตต์ชั่วโมงโดยใช้การคำนวณและเก็บค่าในโปรแกรม MS SQL Server และทุกวันสิ้นเดือนก็จะใช้โปรแกรม Visual Studio เป็นตัวกลางสำหรับดึงค่าการใช้พลังงานในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงไปใส่ไว้ในไฟล์รายงานพลังงานในรูปของ Google Spreadsheets ไฟล์ ซึ่งจะตรวจสอบค่าเหล่านั้นว่ามีความสมเหตุสมผลกับปริมาณที่การไฟฟ้าจัดเก็บค่าไฟหรือไม่โดยการตั้งค่าขอบบน และขอบล่างโดยมีค่าที่เป็นตัวแทนเป็นค่ากลางซึ่งค่านี้สัมพันธ์กับปริมาณเลนส์ที่ผลิตได้ อุณหภูมิและวันทำการของบริษัทในแต่ละเดือน

จากการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล MS SQL Server และการทดลองตั้งค่าให้ดึงข้อมูลอย่างอัตโนมัติทุกสิ้นเดือนโดยใช้โปรแกรม Visual Studio และนำค่านั้นเชื่อมต่อเข้าสู่ cell ที่ใส่สูตรการคำนวณไว้ล่วงหน้าแล้วสำหรับการตรวจสอบค่า พบว่าสามารถดึงค่ามาได้อย่างอัตโนมัติเพื่อจัดทำรายงานพลังงานได้เป็นผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้

จากการดำเนินงานตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการคิดค่าไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม การเรียนรู้ระบบต่าง ๆ ในโรงงาน การใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ รวมถึงการออกแบบแผนการดำเนินงาน มักพบเจอปัญหาและอุปสรรคอยู่เป็นระยะ ๆ ซึ่งต้องใช้ความรู้ และทักษะต่าง ๆ เพื่อใช้แก้ไขปัญหา โดยในขั้นต้นจะเริ่มแก้ไขปัญหาโดยการศึกษาค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันสามารถค้นคว้าได้สะดวกและเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ แต่หากค้นหาไม่พบ หรือไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ขั้นต่อมาคือ การปรึกษาผู้รู้ที่น่าเชื่อถือ เช่น อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้นิเทศงาน เพื่อให้เกิดความกระจ่าง อันนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ผ่านพ้นมาได้ด้วยดี

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. เอกสาร เช่น Single line diagram ยังไม่เป็นปัจจุบันทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่า Distribution Board (DB) ตัวนั้น ๆ จ่ายไฟไปให้กับแผนกไหนบ้าง

2. การใช้ข้อมูลจากหลายซอฟต์แวร์ทำให้ค่าที่ได้นั้นไม่เท่ากันซึ่งส่งผลต่อการนำมาวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในแต่ละแผนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความล่าช้าในการดำเนินงาน รวมทั้งการติดตั้งมิเตอร์ตัวใหม่หรือเมื่อตรวจสอบได้ว่ามิเตอร์ไม่มีการส่งค่ากลับมาแต่ก็ไม่มีการดำเนินการใด ๆ อย่างเร่งด่วนเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ทำให้ไม่สามารถเก็บค่าการใช้พลังงานจากมิเตอร์ตัวนั้นได้

4. การใช้ข้อมูลผ่านระบบ Ethernet ทำให้หลาย ๆ โปรแกรมหรือวิธีการบ่างอย่างนั้นไม่สามารถทำได้ เช่น การใช้ One Drive ในการเก็บข้อมูล การใช้ Google sheets API v.4ที่จะดึงค่าอัตโนมัติจาก MS SQL Server ไปยัง Google Sheets เพราะเป็น Local network และไม่สามารถแก้ไข IP address ทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้

5. การใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้สิทธิ์ในการเป็น Administrator ทำให้ไม่สามารถดึงค่าอย่างอัตโนมัติจาก MS SQL Server ไปยัง Google Sheets

5.3 แนวทางแก้ไข

1. สำรวจและทำแบบร่าง Single line diagram ใหม่สำหรับการคำนวณและเทียบค่าพลังงาน
2. วิเคราะห์ว่าซอฟต์แวร์ตัวไหนมีความแม่นยำในการเก็บค่ามากกว่าก็จะเลือกใช้งานตัวนั้น
3. แจ้งปัญหาให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อให้รีบดำเนินการแก้ไข
4. หาซอฟต์แวร์ตัวที่สามารถใช้งานกับระบบรักษาความปลอดภัยของบริษัทได้
5. วางแผนการทำงาน และเลือกใช้โปรแกรมใหม่ที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "บทที่ 3 ตู้ MDB (Main Distribution Board)," Factomart Industrial Product Marketplace, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://mall.factomart.com/power-distribution/mdb-main-distribution-board/. [สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2563].

[2] "Power meter คืออะไร?," Factomart Industrial Product Marketplace, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/?_ga=2.71814419.1046772759.1578991604-275409882.1575965094. [สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2563].

[3] A. Yogi, "A beginners guide to Google OAuth and Google APIs," 9 มกราคม 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงด้จาก: https://medium.com/@ashokyogi5/a-beginners-guide-to-google-oauth-and-google-apis-450f36389184. [สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563].

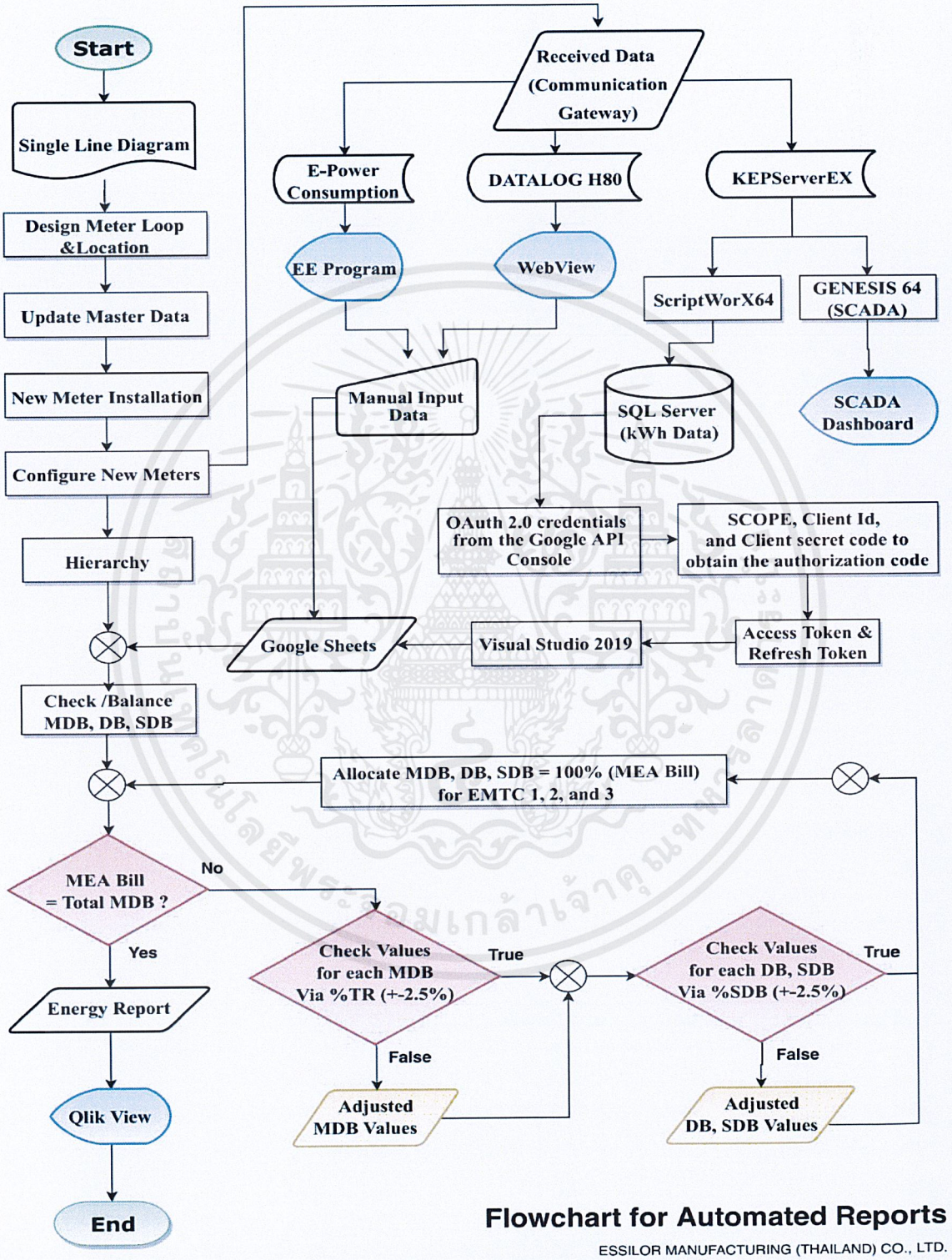
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผังการทำงานสำหรับการสร้างรายงานอัตโนมัติ



รูปที่ ก.1 ผังการทำงานสำหรับการสร้างรายงานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้