บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

[1] Kobsak Sriprapha, Ihsanul Afdi Yunaz, Shuichi Hiza1, Kun Ho Ahn, Seung Yeop Myong, Akira Yamada and Makoto Konagai. (2007). **Temperature Dependence of Silicon-based Thin Film Solar Cells on Their Intrinsic Absorber**. Vol. 989 © 2007 Materials Research Society, 2007.

[2] นิพนธ์ เกตุจ้อย (ผู้บรรยาย). (2547). การบริหารจัดการโครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมการบริหารจัดการแบบยั่งยืนสำหรับโครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์**. พิษณุโลก: วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[3] นิพนธ์ เกตุจ้อย. (2547). ความปลอดภัยสำหรับระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ใน **เอกสารการฝึกอบรมเรื่องการติดตั้งและดูแลรักษาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์**. พิษณุโลก: วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[4] Nisakorn Thaosombat. (2554). **Software Engineering**. ใน **เอกสารประกอบการสอนวิชาวิศวกรรมซอฟท์แวร์**. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2554, จาก http://csnet.bsru.ac.th/~nisakorn.

[5] อภิเนตร อูนากูล. (2542). **Object-Oriented Analysis and Design**. กรุงเทพฯ:แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] เอกพันธุ์ คำปัญโญ. (2549).**หลักการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม**.กรุงเทพฯ:ซัคเซส มีเดีย.

[7] วรพจน์ นวลสกุล (ผู้บรรยาย) (2551). **การออกแบบกราฟิก GRAPHIC DESIGN**. อุบลราชธานี: ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

[8] Clarence L."Kelly" Johnson. Kelly:More than my Share of it All,. **MARS DIRECT: COWARD RETURN TO THE MOON**. Retrieved Jan 30, 2012, from http://www.titlesequences.com/mac/resources/docs/lets_start_skunkin.pdf.

[9] Damodar Periwal. The KISS (Keep It Simple and Straightforward) Principles for OR-Mapping Products from Software Tree, Inc. **Software Tree, LLC.** Retrieved Jan 30, 2012, from http://www.softwaretree.com/products/njdx/whitepaper/KISSPrinciples.pdf.

[10] ปริญญา สงวนสัตย์. (2553). **คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์**. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.

[11] โศรฎา แข็งการ, กนต์ธร ชำนิประศาสน์. **การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2)**. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2554, ftp://ftp.ee.psu.ac.th/pub/matlab/help/matlab_guide_thai.pdf.

[12] The MathWorks, Inc.(2011). **Creating Graphical User Interfaces**. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2554, จาก http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/buildgui.pdf.

[13] อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์.(2554).**การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ:เคทีพี.

[14] Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). (2011). **Agile Software Development** . Retrieved Oct 4, 2011, from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/spe.1100/pdf.

[15] Dogan Ibrahim. (2011). **Engineering simulation with MATLAB: improving teaching and learning effectiveness**. Retrieved from www.sciencedirect.com.

[16] Joaquim Jaumota, Raimundo Gargalloa, Anna de Juana and Roma Taulerb, (2005) , **A graphical user-friendly interface for MCR-ALS: a new tool for multivariate curve resolution in MATLAB**. Retrieved from www.sciencedirect.com.

[17] C.S. Chin, A Babu and W. McBride. (2011). **Design, modeling and testing of a standalone single axis active solar tracker using MATLAB/Simulink**. Renewable Energy 36 (2011), 3075-3090, Retrieved from www.sciencedirect.com.

[18] Tetsuyuki Ishii, Kenji Otani, Takumi Takashima and Shinji Kawai. (2011). **Estimation of the maximum power temperature coefficients of PV modules at different time scales**. Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 386–389. Retrieved from www.sciencedirect.com.

[19] Sulaiman Shaari, Kamaruzzaman Sopian, Nowshad Amin and Mohd Nizan Kassim. (2009). The Temperature Dependence Coefficients of Amorphous Silicon and Crystalline Photovoltaic Modules Using Malaysian Field Test Investigation. **American Journal of Applied Sciences** 6 (4), 586-593.

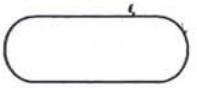
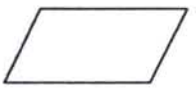
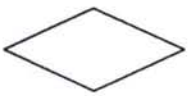
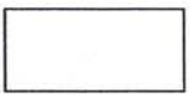
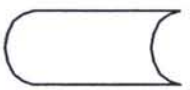
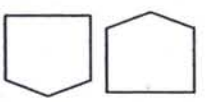
[20] อนุสรณ์ แสงประจักษ์. (2552). อิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้งานในประเทศไทย. **ว วิทย เทคโน มมส**.,28(2),215-222

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สัญลักษณ์ของผังงาน

ภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในแทนการทำงานในโปรแกรม ได้ถูกกำหนดมาตรฐานขึ้นจาก ANSI (American National Standards Institute) และ ISO (International Standard Organization) โดยสัญลักษณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ มีดังนี้

ตาราง 3 สัญลักษณ์ของผังงาน

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย	ตัวอย่าง
	Terminal	สัญลักษณ์แทนจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด	Start End
	Input / Output	รับหรือแสดงข้อมูลโดยไม่ระบุชนิดอุปกรณ์	Read Data from File
	Decision	การตัดสินใจเมื่อมีทางเลือก	i<max_files
	Process	การคำนวณหรือการกำหนดค่า	k = k + tempAdd
	Stored data	การเก็บข้อมูล	Write TCData to File
	Display	การแสดงผลข้อมูลทางจอภาพ	Display TC Graph
	Off-page Connector	แสดงจุดต่อเนื่องของผังงานที่อยู่คนละหน้ากระดาษ	
	Flow line	ทิศทางของกระบวนการ	

ภาคผนวก ข ฟังก์ชั่นภายใน MATLAB

โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชั่นพื้นฐานอยู่มากมาย ในงานวิจัยนี้ขอสรุปฟังก์ชั่นที่สำคัญบางส่วนไว้ดังต่อไปนี้

ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการสร้างเมตริกซ์

zeros(n,m) ให้เมตริกซ์ที่มีสมาชิกเป็น 0 ทั้งหมด ขนาด nxm

ones(n,m) ให้เมตริกซ์ที่มีสมาชิกเป็น 0 ทั้งหมด ขนาด nxm

rand(n,m) ให้เมตริกซ์สุ่มค่า 0 ถึง 1 ขนาด nxm

ฟังก์ชั่นของสเกลาร์

sin, cos, tan, asin, acos, atan, atan2 ฟังก์ชั่นตรีโกณมิติ

exp (เอกโปเนเชียล), log(ลอการิธึม), log10(ลอกกาลิธึมฐาน10)

abs(หาขนาด),sign(หาเครื่องหมาย),rem(หาเศษจากการหาร)

round(ปัดเศษทศนิยม), floor(ปัดทศนิยมทิ้ง), ceil(ปัดทศนิยมขึ้น)

sqrt(หารากที่สอง)

ฟังก์ชั่นของเวกเตอร์

max(หาค่ามากที่สุด), min(หาค่าน้อยที่สุด), length(หาจำนวนสมาชิก)

mean(หาค่าเฉลี่ย), median(หาค่ากลาง), std(หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

sum(หาผลรวม), sort(เรียงลำดับค่าจากน้อยไปมาก)

roots(หาค่ารากของโพลิโนเมียล)

ฟังก์ชั่นของเมตริกซ์

size(หาขนาด), numel(หาจำนวนสมาชิก)

คำสั่งเกี่ยวกับการวนลูปและเปรียบเทียบ

คำสั่งวนลูปและเปรียบเทียบของ MATLAB ใช้คำสั่งแบบเดียวกับภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูงโดยทั่วไป ได้แก่

คำสั่ง If มีรูปแบบ คือ

if <เงื่อนไข>

<คำสั่ง>

elseif <เงื่อนไข> (ซึ่ง elseif อาจมีหลายครั้งก็ได้)

<คำสั่ง>

else

<คำสั่ง>

end

<คำสั่ง> ประกอบด้วย คำสั่ง หรือ การเรียกใช้ฟังก์ชั่นหลายๆคำสั่งก็ได้

<เงื่อนไข> คือ ประโยคเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ 0 ถ้าเป็นเท็จ และให้ค่า 1 ถ้าเป็นจริง

การกระทำที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบ

== เท่ากับ ~= ไม่เท่ากับ

< น้อยกว่า > มากกว่า

<= น้อยกว่าหรือเท่ากับ >= มากกว่าหรือเท่ากับ

การกระทำที่ใช้ในการเชื่อเงื่อนไข

&& และ(and) | หรือ (or)

~ ไม่ (not)

คำสั่ง while มีรูปแบบการใช้ คือ

while <เงื่อนไข>

<คำสั่ง>

end

คำสั่ง for มีรูปแบบ คือ

for ตัวแปรลูป=ค่าเริ่มต้น:ค่าที่เพิ่ม:ค่าสุดท้าย

<คำสั่ง>

end

การวาดกราฟ

กราฟเป็นสิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ MATLAB สามารถแสดงได้ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ

คำสั่งในรูปแบบการวาดกราฟ 2 มิติ

plot(x,y) วาดกราฟของ x,y

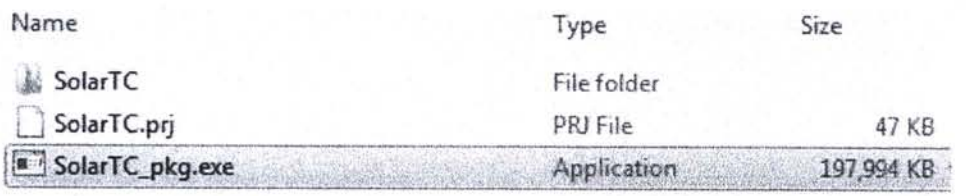
plot(x,y,x,z) วาดกราฟของ x,y และวาดกราฟของ x,z ในแกน x เดียวกัน

subplot(m,n,p) แบ่งหน้าต่างรูปภาพเป็นหน้าต่างย่อย m แถว n หลัก และใช้ p เป็นลำดับ

ภาคผนวก ค คู่มือสำหรับผู้ใช้งาน

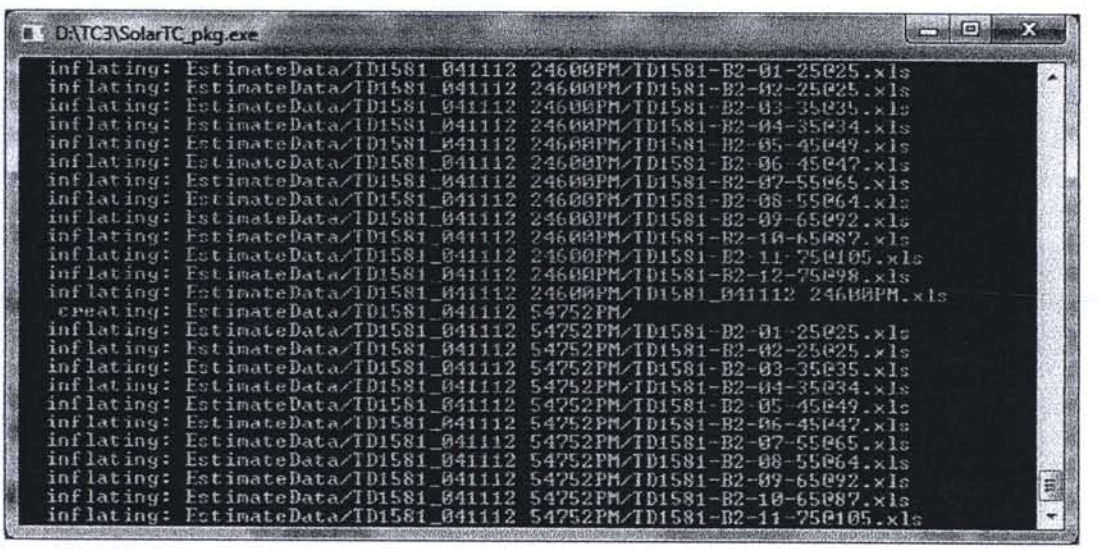
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นโปรแกรมประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสำหรับเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ จึงจำเป็นต้องใช้ชุดข้อมูลการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้จากการวัดของเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ การใช้งานมีดังต่อไปนี้

การติดตั้งโปรแกรมวิเคราะห์ผลของเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าสำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ จะต้องทำการคัดลอก (Copy) ไฟล์ทั้งหมดไปยังตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม เช่น D:/SolarTC ซึ่งไฟล์ของโปรแกรมแสดงดังภาพ 29



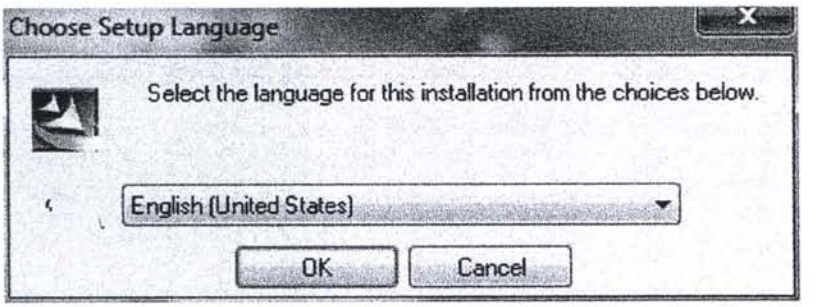
ภาพ 29 ไฟล์ติดตั้งของโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าสำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

ให้ทำการเปิดไฟล์ SolarTC_pcg.exe เพื่อเริ่มการติดตั้งโปรแกรม และเมื่อทำการเปิดไฟล์ SolarTC_pcg.exe แล้วจะมีการแตกไฟล์ที่โปรแกรมต้องใช้งานซึ่งแสดงดังภาพ 30



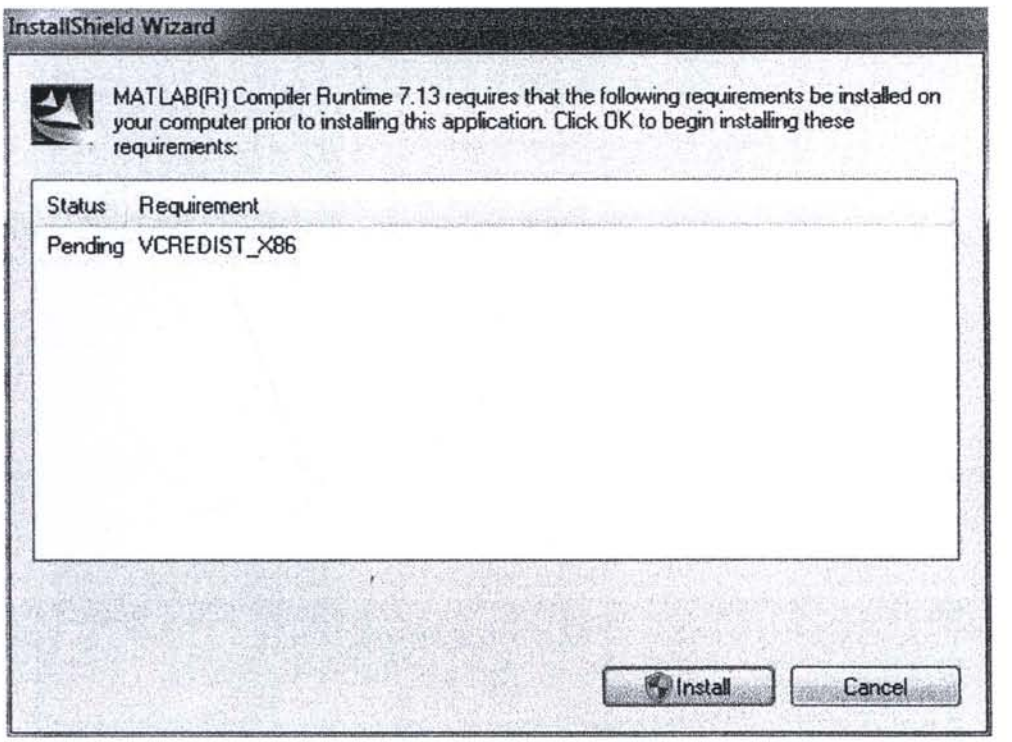
ภาพ 30 การแตกไฟล์ที่ใช้งานของโปรแกรม

เมื่อการแตกไฟล์เสร็จสิ้น หากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งโปรแกรมประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ ไม่มีโปรแกรม MATLAB(R) Compiler Runtime (MCR) โปรแกรมจะทำการติดตั้งให้โดยอัตโนมัติ เนื่องจากการใช้งานโปรแกรมจะมีการเรียกใช้ตัวแปลภาษา (Compiler) ของ MATLAB ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการใช้งานโปแกรมที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ จำเป็นต้องมีการติดตั้ง MCR แต่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม MATLAB ตามขั้นตอนแสดงดังภาพต่อไปนี้



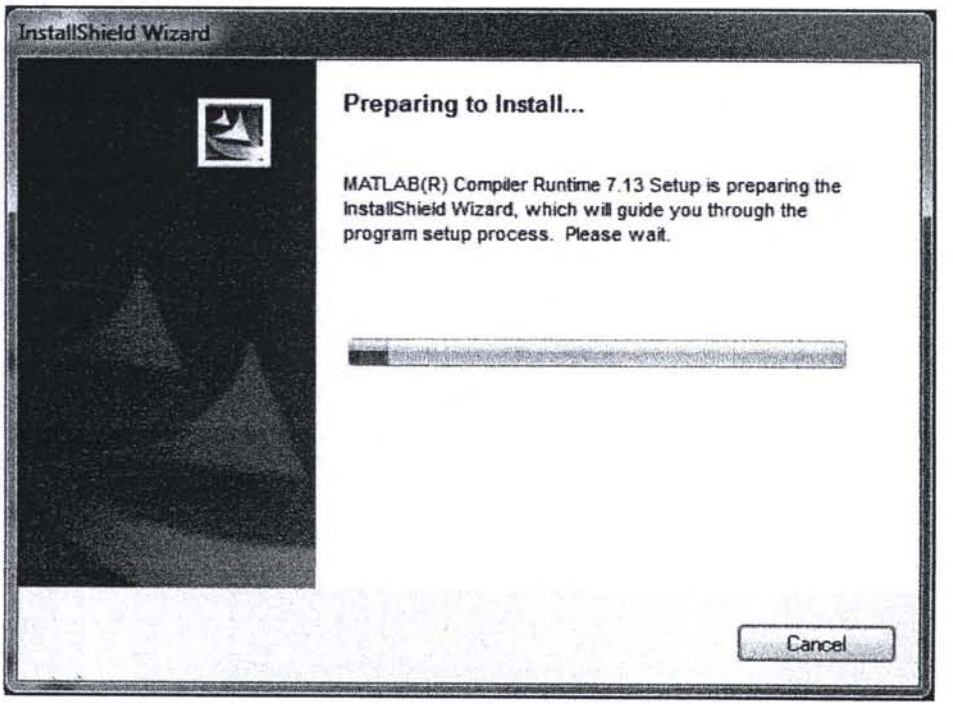
ภาพ 31 เลือกภาษาสำหรับการติดตั้ง MCR

เมื่อเลือกภาษาสำหรับการติดตั้งได้แล้วกดปุ่ม OK

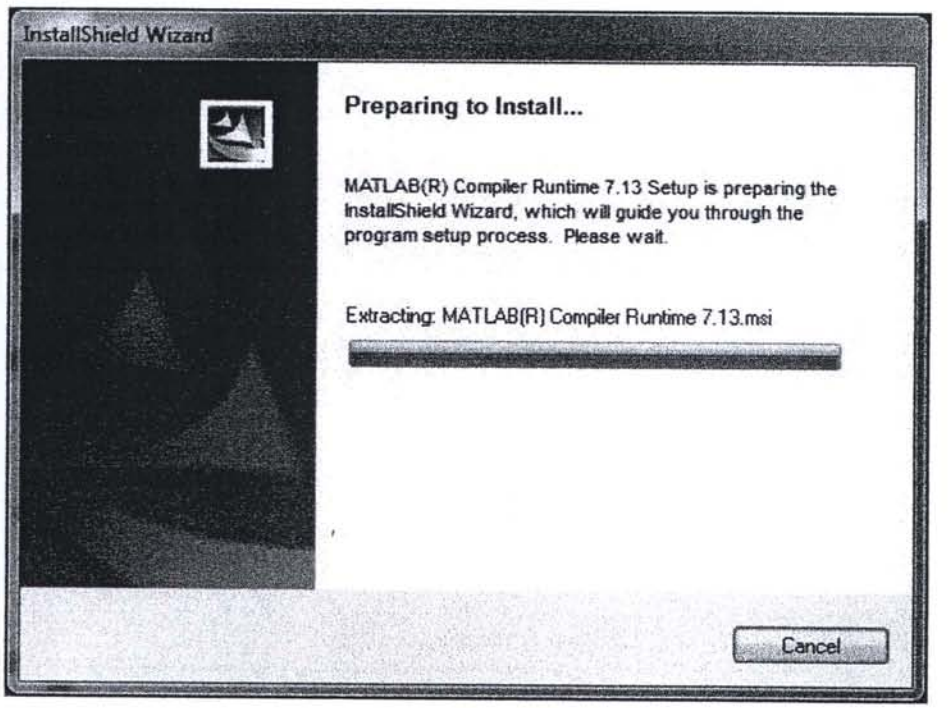


ภาพ 32 รายการสำหรับการติดตั้ง MCR

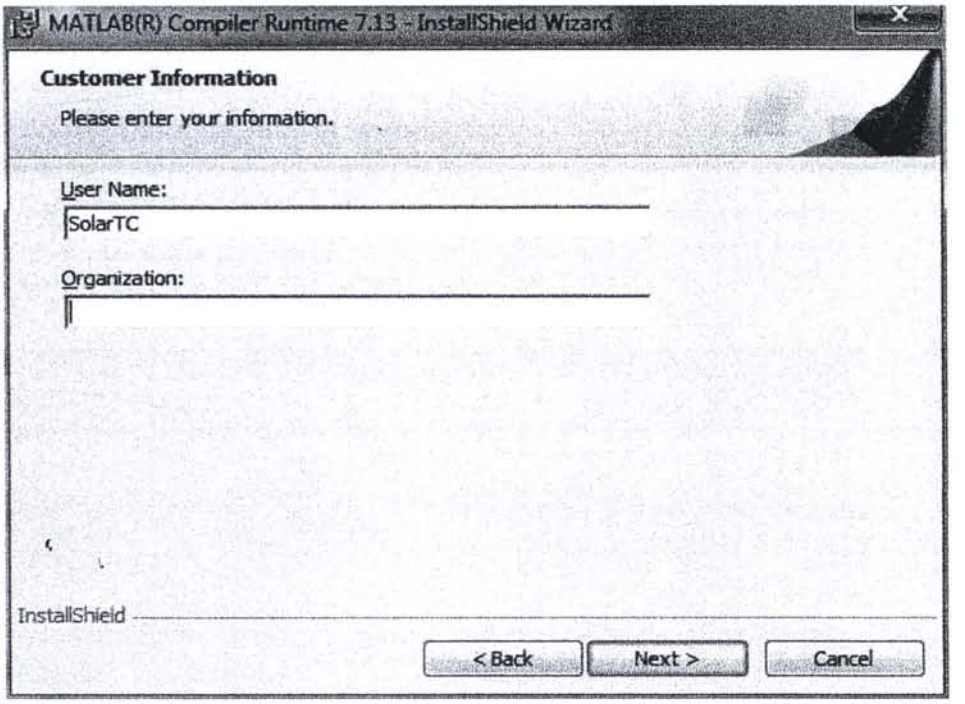
กดปุ่ม Install เพื่อดำเนินการต่อ



ภาพ 33 ขั้นตอนเตรียมการติดตั้ง MCR

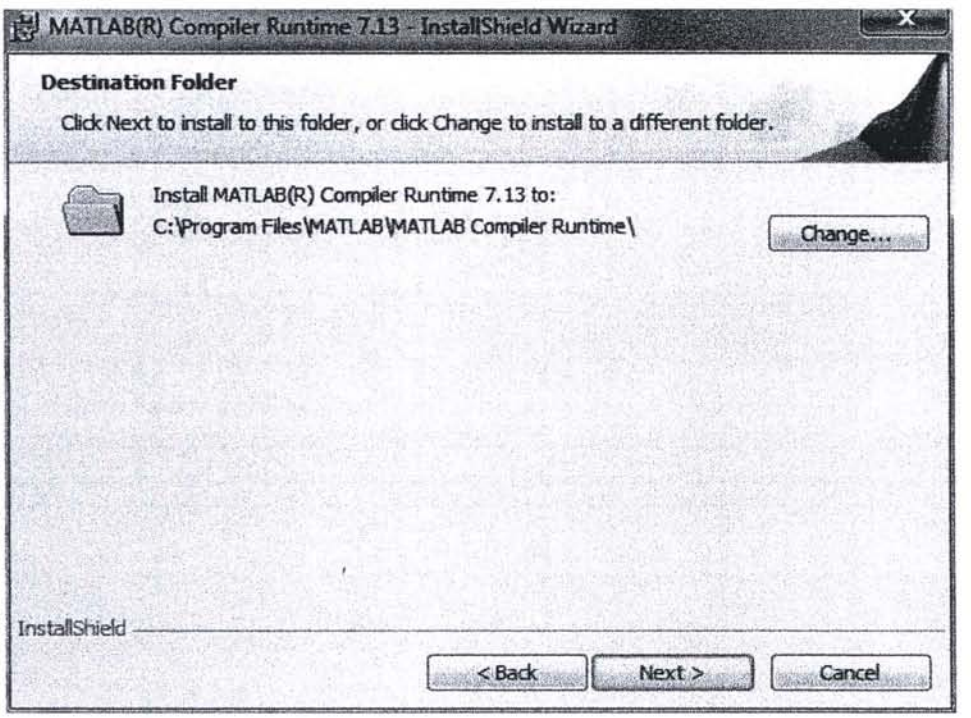


ภาพ 34 การดึงไฟล์ที่ต้องใช้ของ MCR

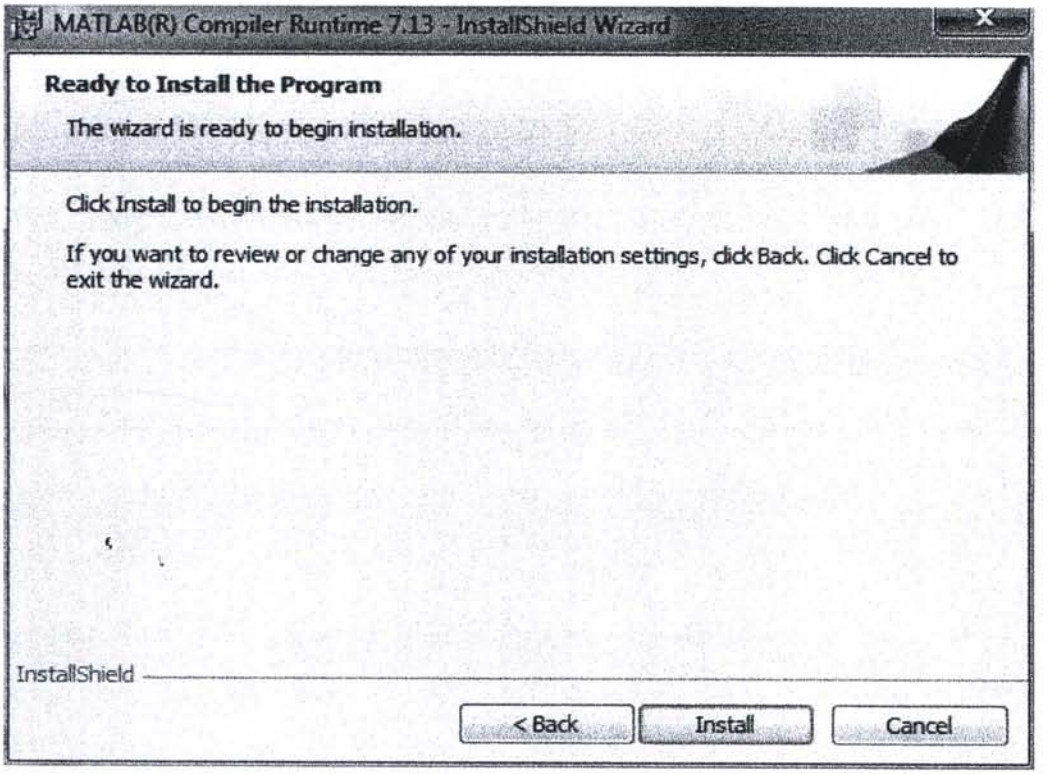


ภาพ 35 กรอกรายละเอียดการใช้งานก่อนการติดตั้ง

การกรอกรายละเอียดสามารถกรอกข้อมูลได้ตามต้องการ

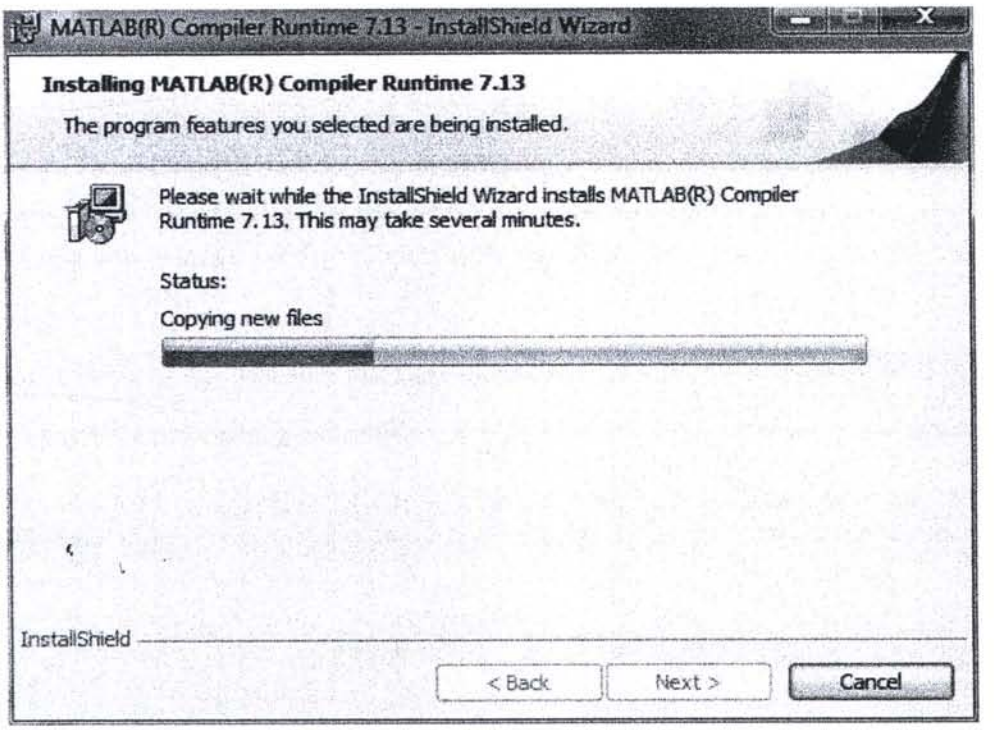


ภาพ 36 เลือกตำแหน่งการติดตั้ง MCR

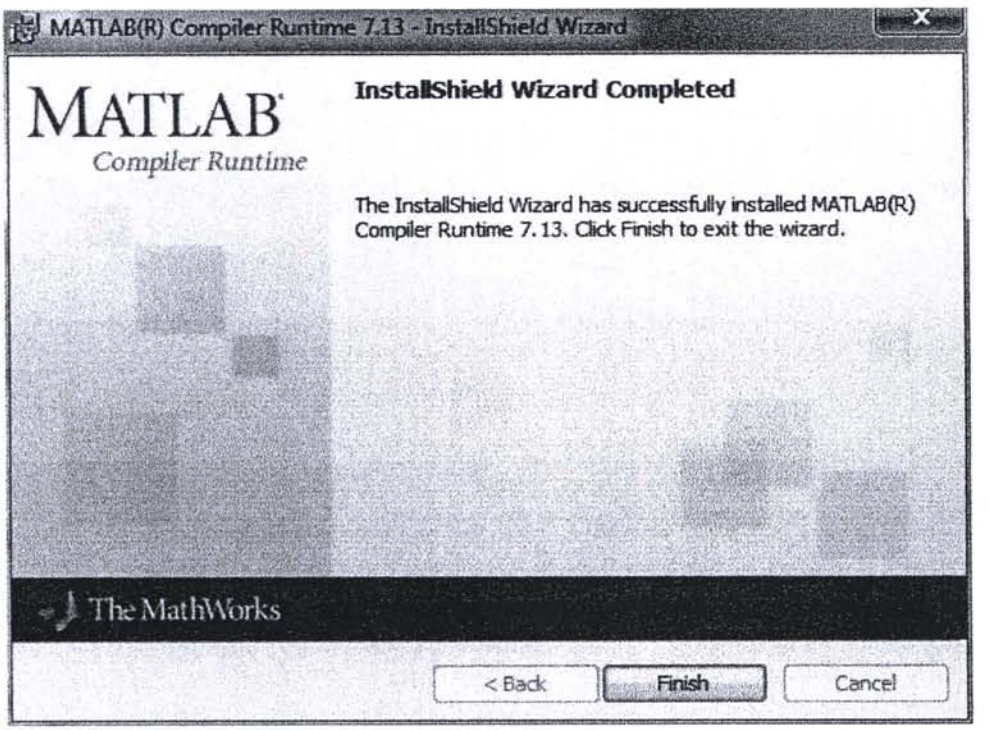


ภาพ 37 ยืนยันการติดตั้ง MCR

เมื่อกรอกข้อมูลในส่วนของการเตรียมการติดตั้ง MCR เรียบร้อยแล้ว ทำการยืนยันการติดตั้ง MCR โดยทำการกดปุ่ม Install หรือหากต้องการกลับไปแก้ไขข้อมูลการเตรียมการติดตั้ง ทำได้โดยการกดปุ่ม Back เพื่อกลับไปทำการแก้ไข



ภาพ 38 เริ่มการติดตั้ง MCR

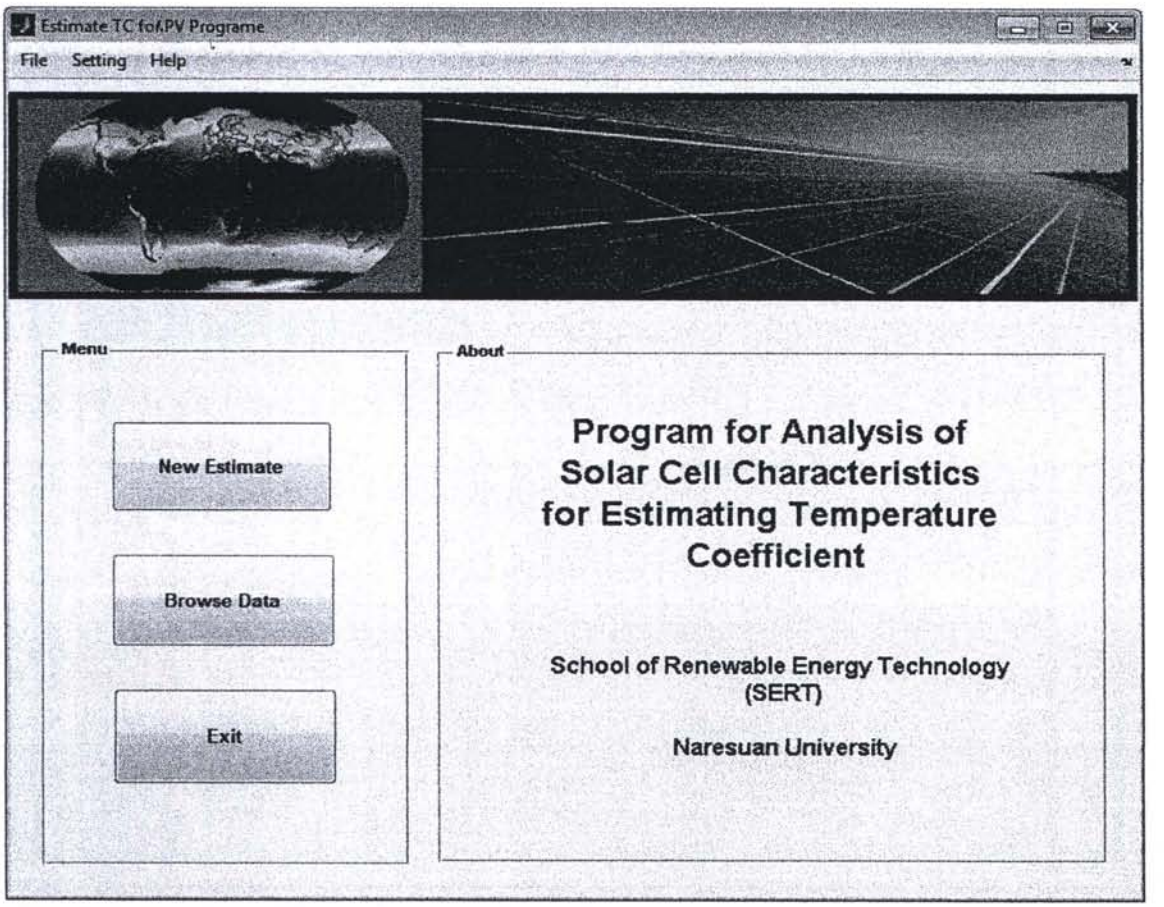


ภาพ 39 สิ้นสุดการติดตั้ง MCR

เมื่อสิ้นสุดการติดตั้ง MCR กดปุ่ม Finish และสามารถเริ่มใช้งานโปรแกรมได้

การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ผลของเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

เมื่อทำการติดตั้ง MCR เรียบร้อยแล้ว ในตำแหน่งที่ได้ทำการคัดลอกไฟล์มาเก็บในขั้นตอนแรก จะแสดงรายการไฟล์ที่โปรแกรมต้องใช้ออกมา ซึ่งไฟล์ที่ใช้ในการเรียกเปิดใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น คือ ไฟล์ SolarTC.exe เมื่อต้องการเปิดใช้งานโปรแกรมให้ทำการเปิดไฟล์ SolarTC.exe จะแสดงผลออกมาดังภาพ



ภาพ 40 เริ่มการใช้งานโปรแกรมประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

การใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ มีขั้นตอนดังแสดงใน บทที่ 4 ผลการวิจัย

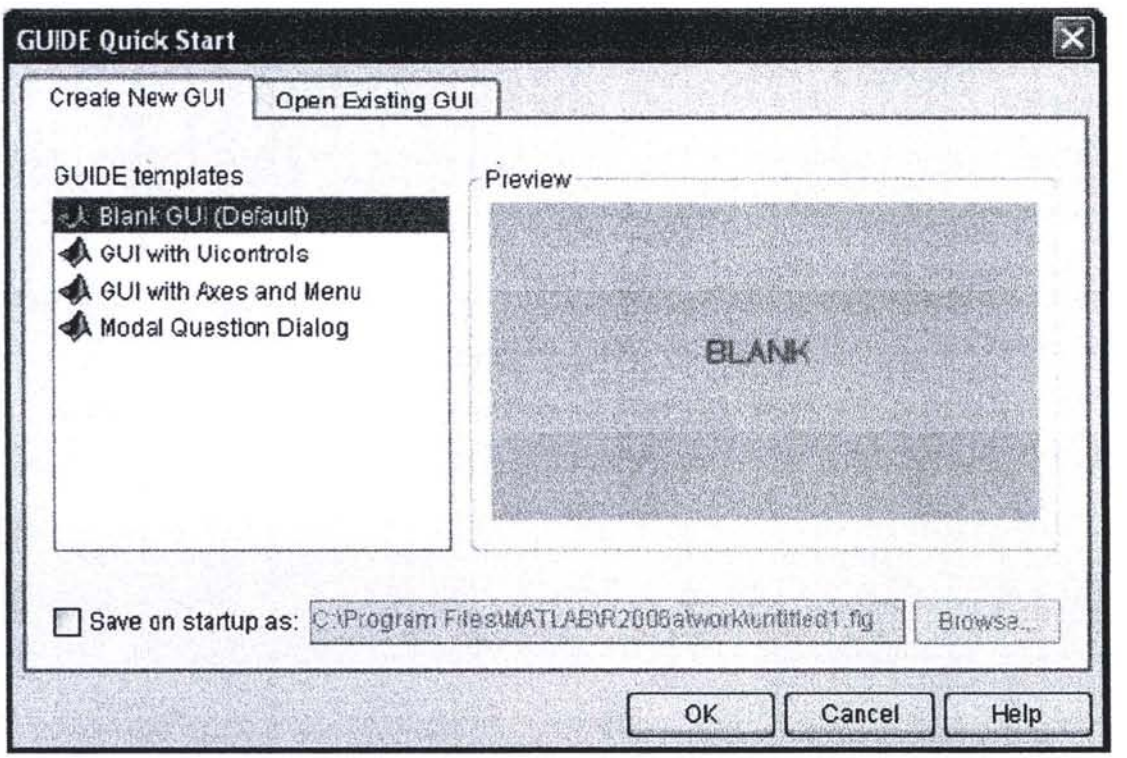
ภาคผนวก ง คู่มือสำหรับผู้ดูแลโปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้ GUI ของโปรแกรม MATLAB มีการพัฒนาดังต่อไปนี้

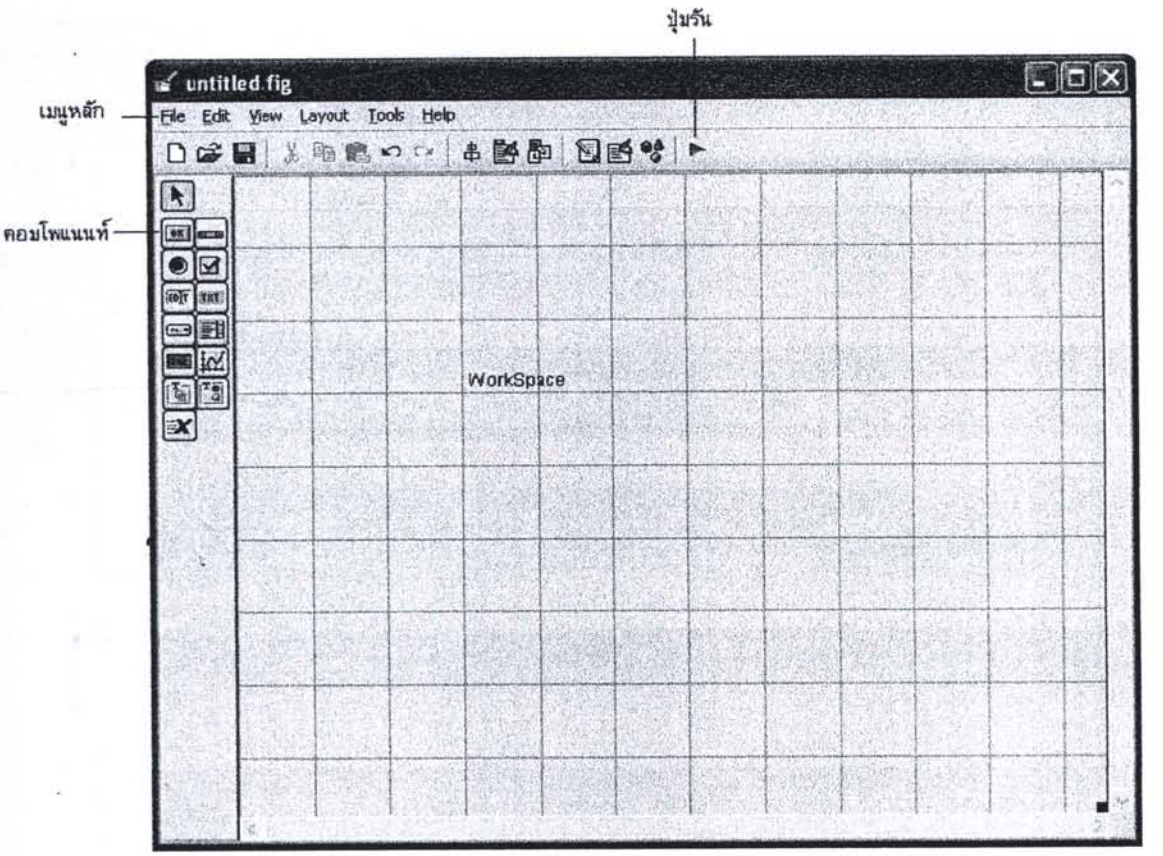
การเริ่มใช้ MATLAB GUI ทำโดยการพิมพ์ guide ที่ Command Line แล้วกด Enter ดังนี้

>> guide

MATLAB จะแสดงหน้าต่างดังภาพ 41 เลือกแถบ Create New GUI สำหรับเริ่มการสร้างโครงงานใหม่ หรือแถบ Open Existing GUI สำหรับเปิดใช้โครงงานที่มีอยู่ ให้เลือกแถบ Create New GUI โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังภาพ 42

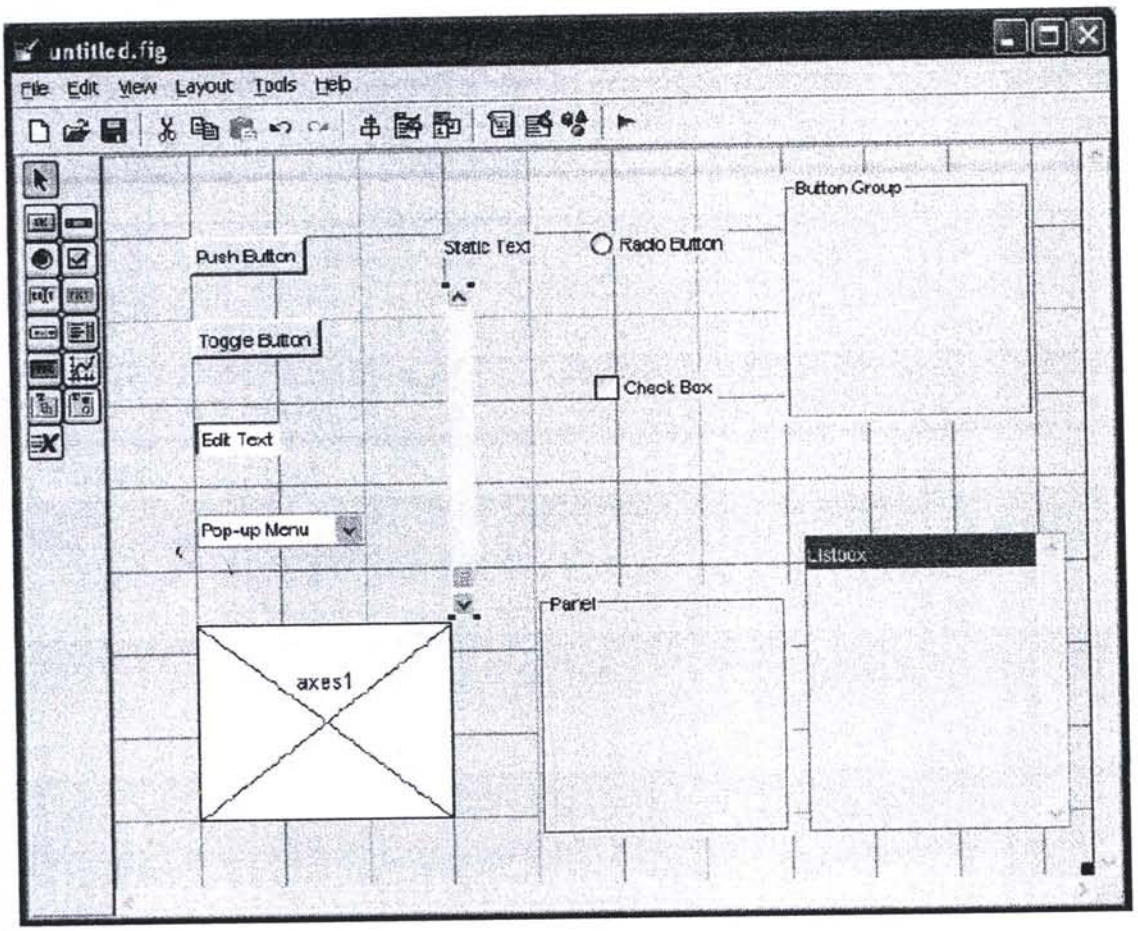


ภาพ 41 หน้าต่างเลือกการสร้าง GUI ของ MATLAB



ภาพ 42 หน้าต่างแสดงส่วนประกอบ GUI ของ MATLAB เมื่อเริ่มการสร้างโครงงานใหม่

ทำการคลิกขวาที่คอมโพแนนท์ที่ต้องการ และทำการคลิกขวาอีกครั้ง บน Work Space จะเป็นการวางคอมโพแนนท์ลงบน Work Space ดังภาพ 43 แสดงคอมโพแนนท์ทั้งหมดที่ถูกวาง รายละเอียดแสดงในตาราง 4

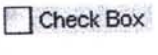
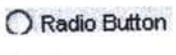
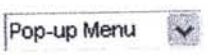
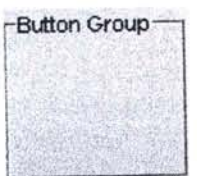
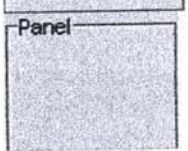


ภาพ 43 หน้าต่างแสดงการวางคอมโพแนนท์บน Work Space ของ GUI ของ MATLAB

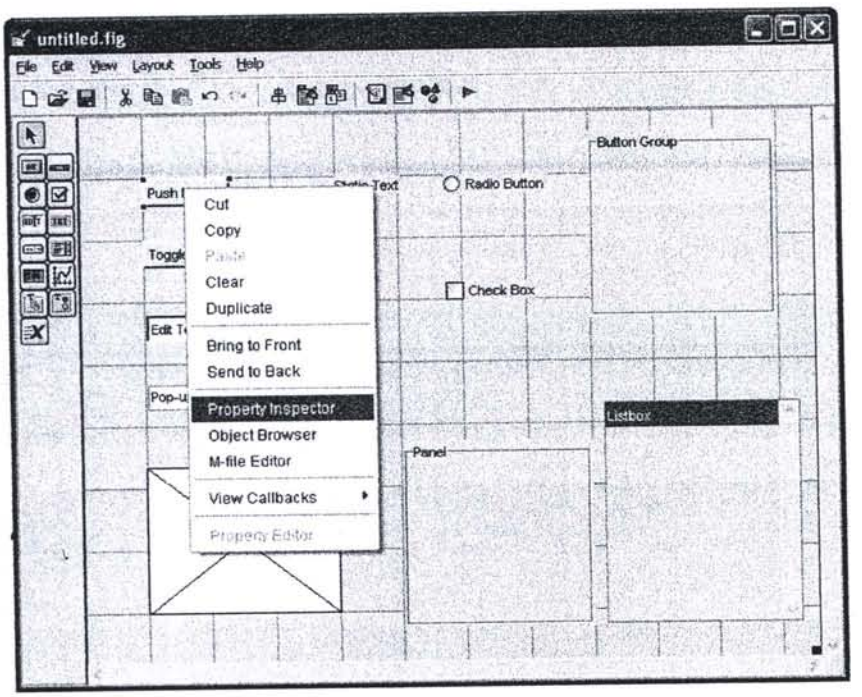
ตาราง 4 คอมโพแนนท์ หน้าที่ของคอมโพแนนท์และตัวแปรที่ใช้กับคอมโพแนนท์

คอมโพแนนท์	หน้าที่	ตัวแปรที่นำไปใช้
Static Text	ใช้แสดงตัวอักษร (Text)	string
Edit Text	เป็น User Interface แบบใส่ตัวเลขหรือข้อความ	string
Listbox	ใช้แสดงข้อความจำนวนมาก	string
Push Button	เป็น User Interface ชนิดปุ่มกด	Value 1: กด 0:ไม่กด

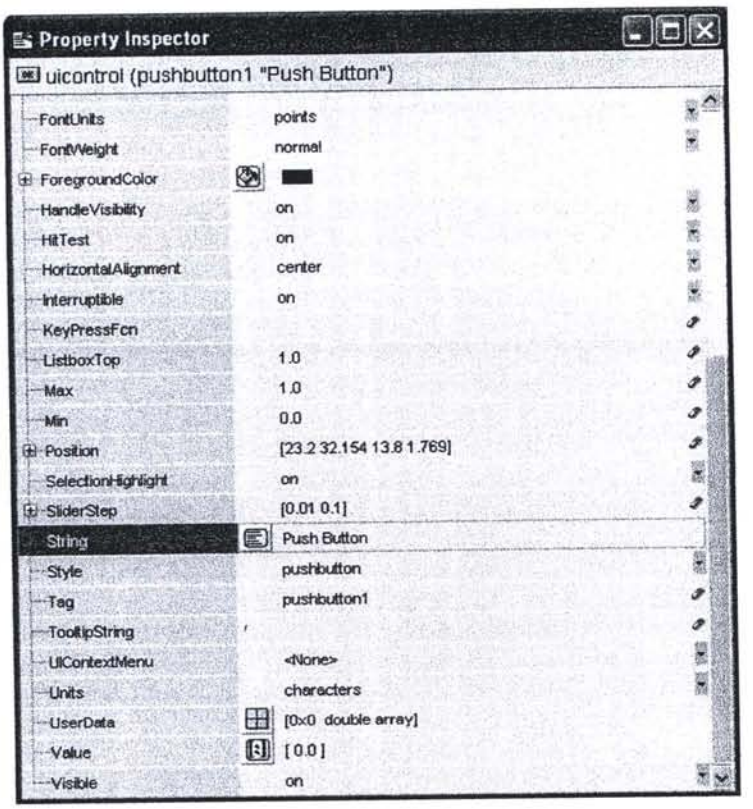
ตาราง 4 (ต่อ)

	เป็น User Interface ชนิดปุ่มกด กดแล้วค้าง	Value 1: กด 0:ไม่กด
	เป็น User Interface ชนิดหนึ่ง (เลือกหรือไม่เลือก)	Value 1: เลือก 0:ไม่เลือก
	เป็น User Interface ชนิดหนึ่ง Radio Button ทุกอันจะทำงานร่วมกันเพื่อเลือกอันใดอันหนึ่งเมื่อถูกวางรวมกันใน Button Group	Value 1: เลือก 0:ไม่เลือก
	เป็น User Interface แบบสไลด์บาร์	Value ตำแหน่งของบาร์
	เป็นเมนู Pop-up ให้เลือก	Value อันดับเมนูที่เลือก
	เพื่อรวมกลุ่มของคอมโพแนนท์	-
	ใช้วางคอมโพแนนท์	-
	พล็อตกราฟ	-

เราสามารถกำหนดคุณสมบัติของแต่ละคอมโพแนนท์ได้ โดยการคลิกขวาบนคอมโพแนนท์แล้วเลือก Properties Inspector โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างในภาพ 44 ส่วนการกำหนดคุณสมบัติของคอมโพแนนท์นั้น ตัวอย่าง คุณสมบัติที่สำคัญของคอมโพแนนท์ Push Button คือ String ซึ่งเป็นการเปลี่ยนข้อความที่แสดงบนคอมโพแนนท์ Push Button แสดงดังภาพ 45

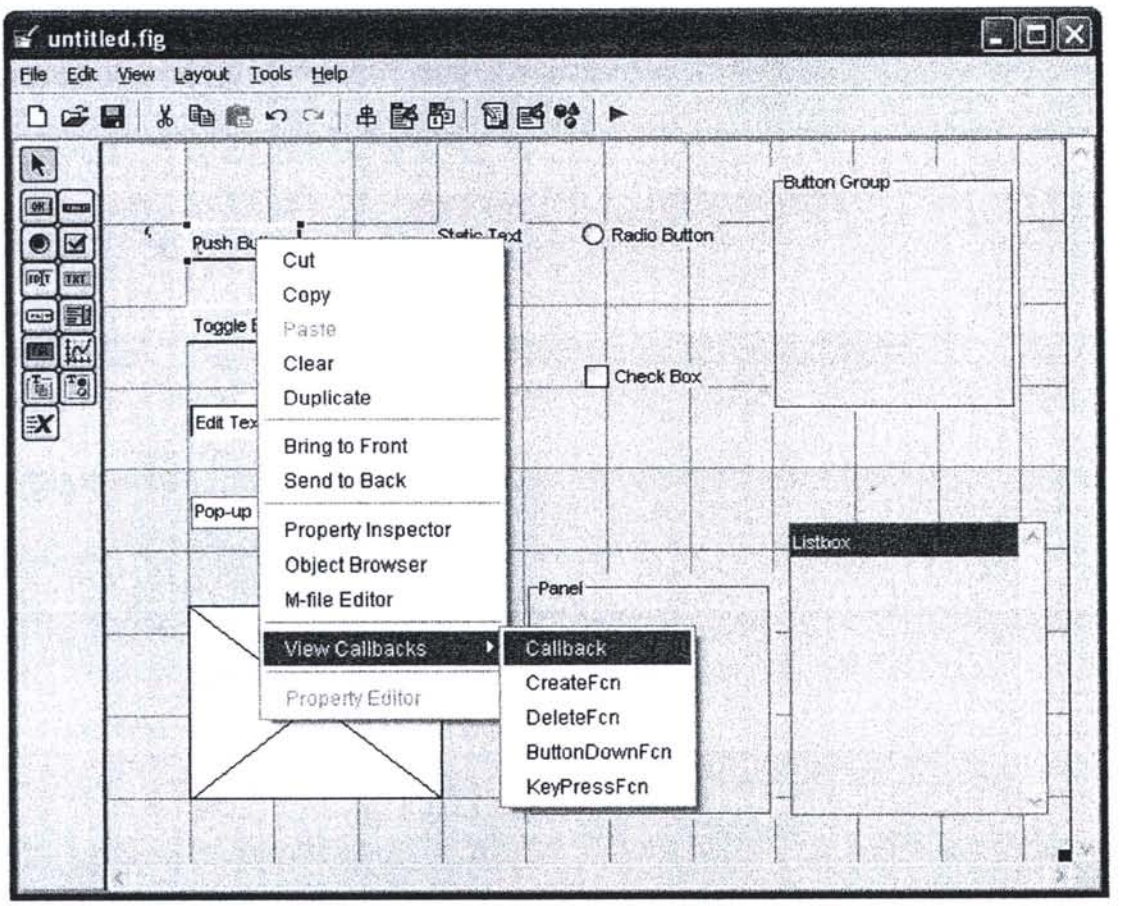


ภาพ 44 ตัวอย่างการกำหนดคุณสมบัติของคอมโพแนนท์



ภาพ 45 คุณสมบัติ String ของคอมโพแนนท์ Push Button

. คอมโพแนนท์แต่ละอันสามารถตั้ง Callback Function ที่ถูกเรียกเมื่อคอมโพแนนท์นั้นถูกเรียกใช้ การกำหนด Callback Function ได้โดยการคลิกขวาที่คอมโพแนนท์แล้วเลือก View Callbacks ->Callback ดังภาพ 46 โปรแกรมจะให้ตั้ง ชื่อไฟล์แล้วเข้าสู่ Editor เพื่อใส่คำสั่งในฟังก์ชัน



ภาพ 46 การกำหนด Callback Function สำหรับคอมโพแนนท์

ตัวอย่าง 1 ตัวอย่างนี้แสดง

การกดปุ่ม Select Directory เพื่อทำการเปิดกล่องเลือกสารบบที่เก็บชุดข้อมูล

กล่อง Edit Text สำหรับให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลการวัดค่า Irradiance, Device Dimension, Total Device, Temp Start, Temp Finish และ Temp Add

กล่อง Edit Text สำหรับ Current Directory

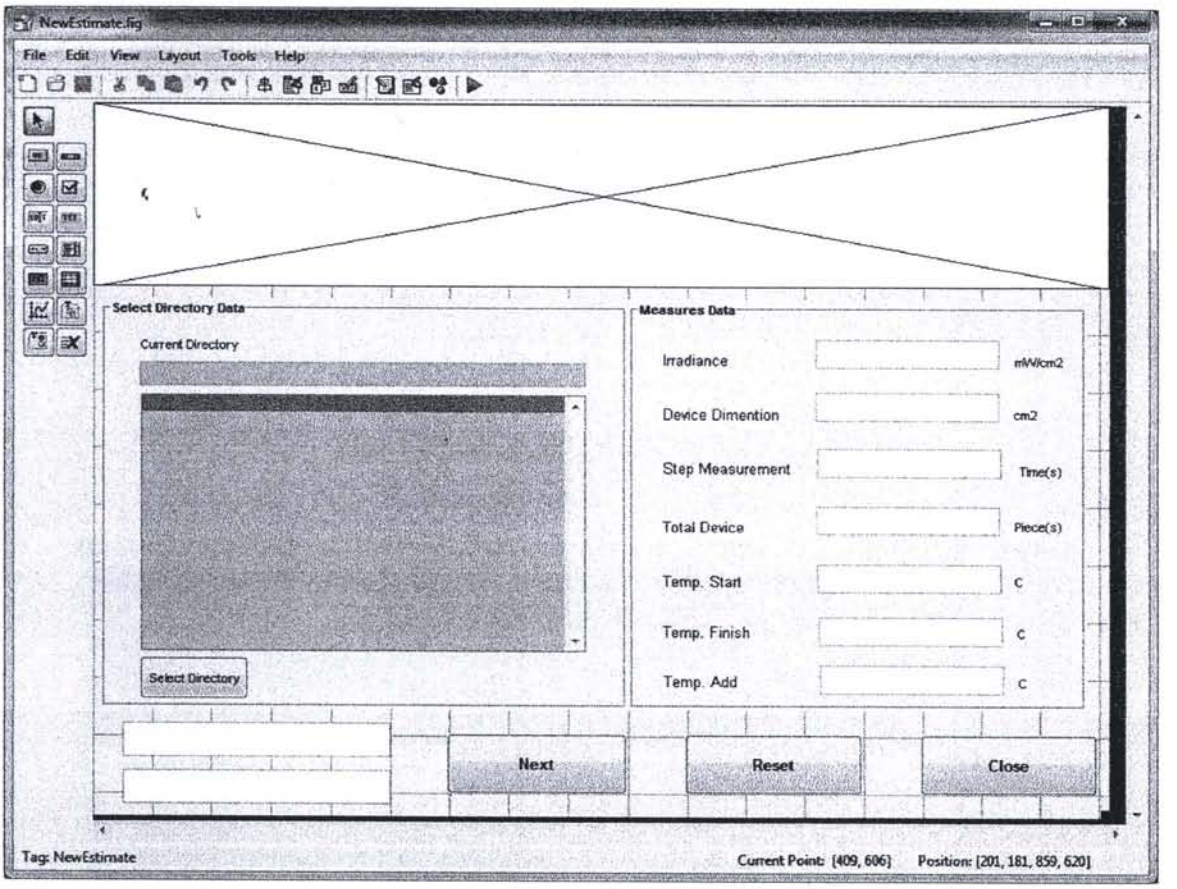
กล่อง List Box สำหรับแสดงรายการไฟล์ข้อมูลจากสารบบที่ทำการเลือก

การกดปุ่ม Next เพื่อทำการส่งค่าชุดข้อมูลที่เลือก และค่าข้อมูลการวัดไปทำการวิเคราะห์และทำการประเมิน

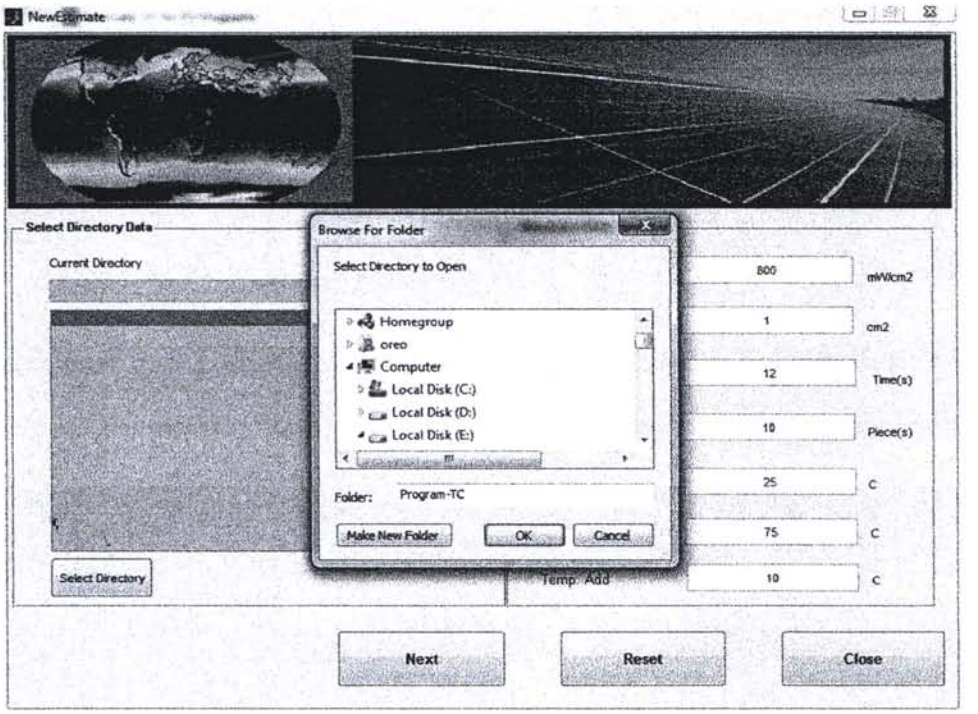
การกดปุ่ม Reset เพื่อทำการล้างข้อมูล

การกดปุ่ม Close เพื่อทำการปิดการใช้งาน

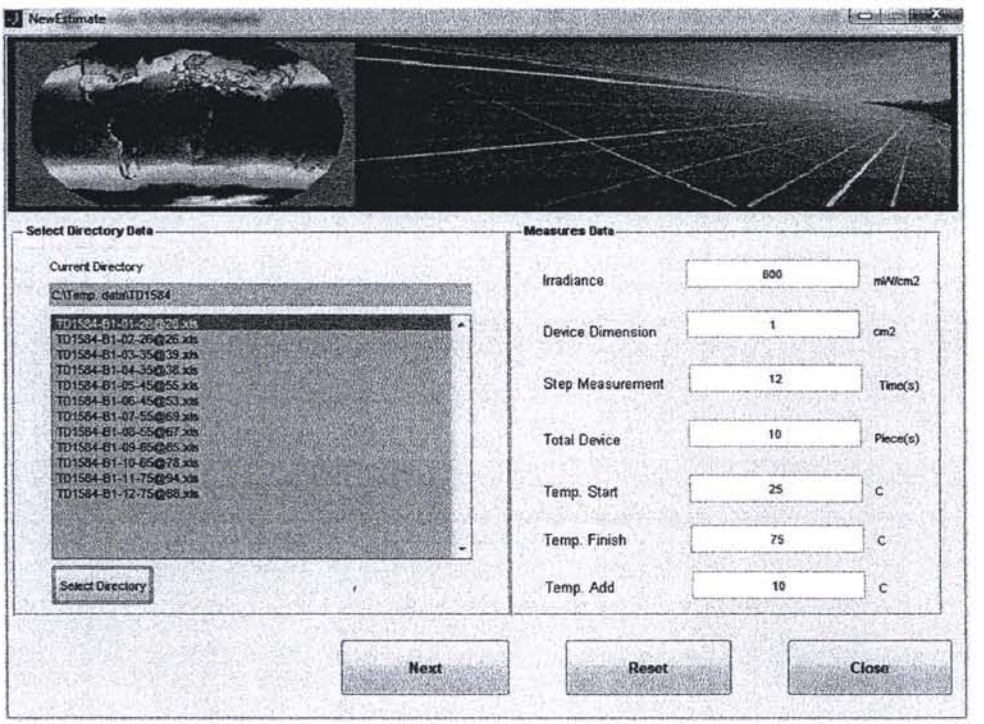
แสดงดังภาพ 47



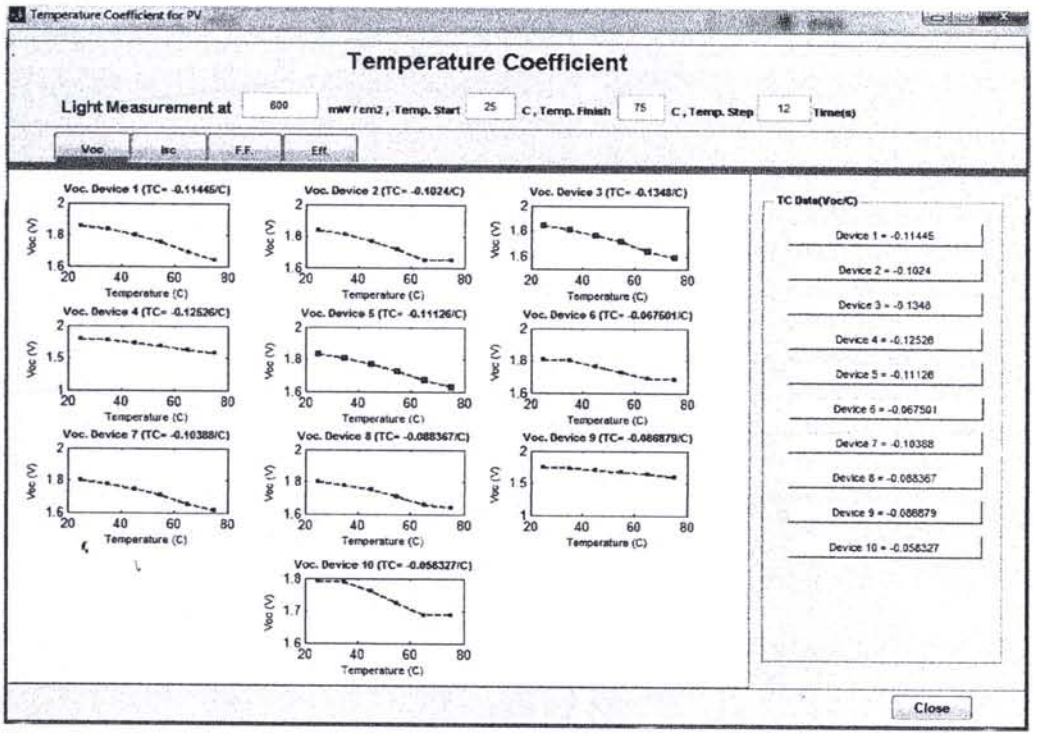
ภาพ 47 การวางคอมโพแนนท์ของตัวอย่าง 1



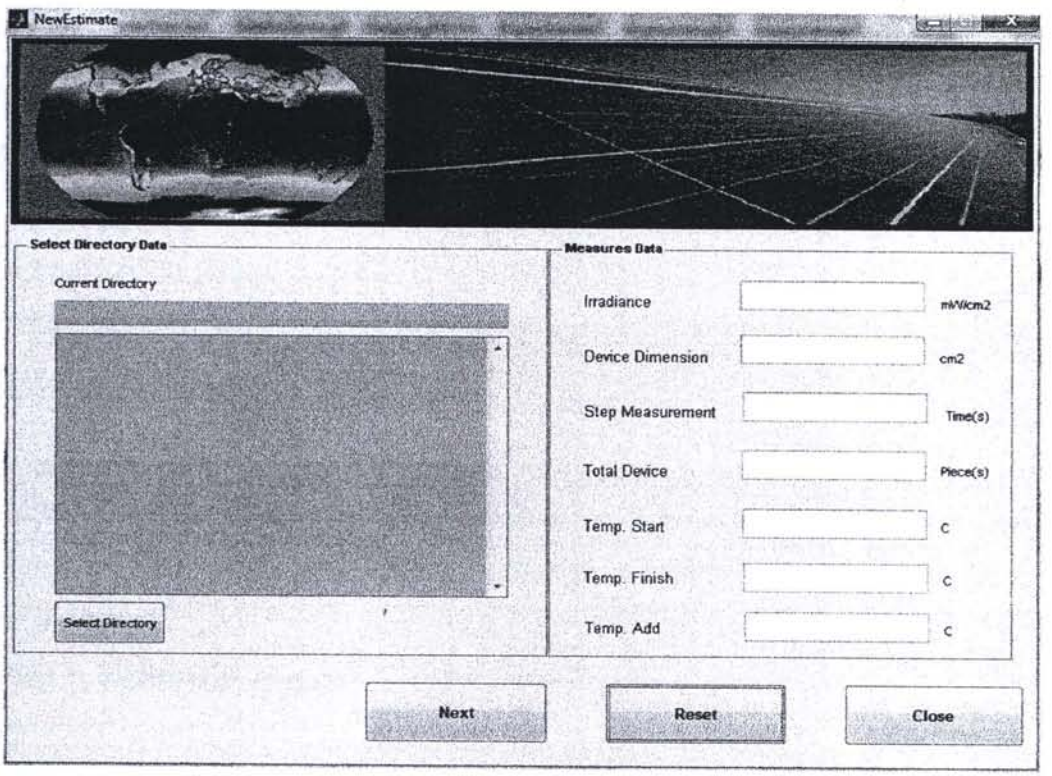
ภาพ 48 เมื่อกดปุ่ม Select Directory



ภาพ 49 เมื่อเลือกสารบบข้อมูลและแสดงในกล่อง List Box



ภาพ 50 แสดงผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ



ภาพ 51 กดปุ่ม Reset เพื่อทำการล้างข้อมูล

โค้ดของตัวอย่าง 1 แสดงดังต่อไปนี้ ส่วนทึบคือส่วนโปรแกรม Callback Function ที่ต้องพิมพ์ของแต่ละคอมโพแนนท์ และผลจากการรันแสดงในภาพ 48, 49, 50 และ 51

```
function varargout = NewEstimate(varargin)
global mypath;
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @NewEstimate_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @NewEstimate_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes on button press in bttSelectDir.
function bttSelectDir_Callback(hObject, eventdata, handles)
global dirName;
dirName = uigetdir('');
if ~ischar(dirName)
    set(handles.currentDirectory,'String','');
    set(handles.directoryList,'String','');
```

```
    return;
else
    set(handles.currentDirectory,'String',dirName);
    update_listbox(handles);
end

% --------------------------------------------------------------------
function update_listbox(handles)
global dirName;
global file_path;
files = dir(dirName);
k=0;
x = []; begin_point = 0; j = 0;
for i = 1:max(size(files))
    if files(i).isdir == false
    k=k+1;
    file_path{k} = files(i).name;
    x{k} = [' ',files(i).name];
    end
end
set(handles.directoryList,'String',x,'Value',1);
%--- End Function for Panel Select Directory ---%

% --- Executes just before NewEstimate is made visible.
function NewEstimate_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to NewEstimate (see VARARGIN)
% Choose default command line output for NewEstimate
```

```
handles.output = hObject;
handles.xAxist='';
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes NewEstimate wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.NewEstimate);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = NewEstimate_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in bttClose.
function bttClose_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(NewEstimate);

% --- Executes on button press in bttReset.
function bttReset_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.currentDirectory,'String','');
set(handles.directoryList,'String','');
set(handles.irradiance,'String','');
set(handles.deviceDimention,'String','');
set(handles.stepMeasurement,'String','');
set(handles.tempAdd,'String','');
set(handles.totalDevice,'String','');
set(handles.tempStart,'String','');
set(handles.tempFinish,'String','');
```

```
set(handles.bttSelectDir,'Enable','on');
set(handles.bttEstimate,'Enable','on');
set(handles.currentDirectory,'Enable','on');
set(handles.directoryList,'Enable','on');
set(handles.irradiance,'Enable','on');
set(handles.deviceDimention,'Enable','on');
set(handles.stepMeasurement,'Enable','on');
set(handles.tempAdd,'Enable','on');
set(handles.totalDevice,'Enable','on');
set(handles.tempStart,'Enable','on');
set(handles.tempFinish,'Enable','on');

% --- Executes on button press in bttEstimate.
function bttEstimate_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.bttEstimate,'Enable','off');
set(handles.bttReset,'Enable','off');
set(handles.bttClose,'Enable','off');
set(handles.bttSelectDir,'Enable','off');

irradiance = get(handles.irradiance ,'String');
deviceDimention = get(handles.deviceDimention ,'String');
totalDevice = get(handles.totalDevice ,'String');
stepMeasurement = get(handles.stepMeasurement ,'String');
tempStart = get(handles.tempStart ,'String');
tempFinish = get(handles.tempFinish ,'String');
tempAdd = get(handles.tempAdd ,'String');

currentDirectory = get(handles.currentDirectory ,'String');
if isempty(currentDirectory)
    set(handles.bttEstimate,'Enable','off');
    set(handles.bttReset,'Enable','off');
    set(handles.bttClose,'Enable','off');
```

```
    set(handles.bttSelectDir,'Enable','off');
    warndlg('Please Select Current Directory.' , 'Blank Input' ,'modal');
    set(handles.bttEstimate,'Enable','on');
    set(handles.bttReset,'Enable','on');
    set(handles.bttClose,'Enable','on');
    set(handles.bttSelectDir,'Enable','on');
    return;
end

set(handles.bttEstimate,'Enable','off');
set(handles.bttReset,'Enable','off');
set(handles.bttClose,'Enable','off');
set(handles.bttSelectDir,'Enable','off');

set(handles.irradiance,'Enable','off');
set(handles.deviceDimention,'Enable','off');
set(handles.stepMeasurement,'Enable','off');
set(handles.totalDevice,'Enable','off');
set(handles.tempStart,'Enable','off');
set(handles.tempFinish,'Enable','off');
set(handles.tempAdd,'Enable','off');

dirName=split('\', currentDirectory);
[a,b]=size(dirName);
filename = [dirName{b},'_',datestr(now, 'mmddyyHHMMSSAM'),'.xls'];   % Set file output
name
dirOutput=['EstimateData\',dirName{b},'_',datestr(now, 'mmddyyHHMMSSAM')];
set(handles.currentFile,'String',[dirOutput,'/',filename]);
set(handles.dirOutput,'String',dirOutput);
currentFile = get(handles.currentFile ,'String');
% Set Struct (objName , {'text' , objValue , objHandles , checkEmpty , checkNumeric})
sendParam = struct('irradiance' , {'Irradiance',irradiance, handles.irradiance , 'true' ,
'true'} , ...
```

```
                'deviceDimention', {'Device Dimention' ,deviceDimention,
handles.deviceDimention, 'true' , 'true'} , ...
                'stepMeasurement', {'Step Measurement' ,stepMeasurement,
handles.stepMeasurement, 'true' , 'true'}, ...
                'totalDevice', {'Total Device',totalDevice, handles.totalDevice, 'true' ,
'true'}, ...
                'tempStart', {'Temp. Start',tempStart, handles.tempStart, 'true' , 'true'},
...
                'tempFinish', {'Temp. Finish' ,tempFinish, handles.tempFinish, 'true' ,
'true'}, ...
                'tempAdd', {'Temp. Add' ,tempAdd, handles.tempAdd, 'true' , 'true'}, ...
                'currentFile', {'Current File' ,currentFile, handles.currentFile, '0' , '0'}, ...
                'dirOutput', {'Directory Output' ,dirOutput, handles.dirOutput, '0' , '0'}, ...
                'currentDirectory', { 'Current Directory' ,currentDirectory,
handles.currentDirectory, 'true' , '0'});

% Check Validate
SNames = fieldnames(sendParam);
sndSts = '';
for i = 1:numel(SNames)
    fdNm = sendParam.(SNames{i});
    fdVl = sendParam(2).(SNames{i});
    objFd = sendParam(3).(SNames{i});
    stsEmpty = sendParam(4).(SNames{i});
    stsNmr = sendParam(5).(SNames{i});
    chkEmpty = Validation(objFd , fdVl , 'checkEmpty' , ['You must enter value in
',fdNm]);
    if strcmp(stsEmpty,'true')
        if isempty(chkEmpty.chkEmpty)
            sndSts = '';
            break;
        else
            if strcmp(stsNmr,'true')
```

```
                chkNum = Validation(objFd , fdVl , 'checkNumeric' , ['You must enter a
numeric value in ',fdNm]);
                %display(chkNum.chkNumeric);
                if isempty(chkNum.chkNumeric)
                    sndSts = '';
                    break;
                else
                    sndSts = 'true';
                    continue;
                end
            end
            continue;%%%%%%
        end
    end
end
if isempty(sndSts)
  return;
end
%End Check validate
%Open Directory to Read excel File
files = dir(currentDirectory);
if (max(size(files))-2)>str2double(stepMeasurement) || (max(size(files))-
2)<str2double(stepMeasurement)
    errordlg('Error! Please check Your Step Measurement' , 'Bad Input' ,'modal');
    uicontrol(handles.stepMeasurement);
    return;
end
k=0;

if ~isempty(totalDevice)
    DeviceN=cell(str2double(totalDevice)*9,max(size(files)-1));
end
```

```
%Copy IV-Curve Data
[s, mess, messid] = mkdir(dirOutput);    % Set Directory output name
if ~isempty(mess)
    errordlg('Error! Cannot Create Data Directory' , 'Bad Input' ,'modal');
    return;
end

for i = 1:max(size(files))
    if files(i).isdir == 0
        k=k+1;
        file_path = [currentDirectory, '\' ,files(i).name];
        [status,message,messageId]=copyfile(file_path, [dirOutput,'/',files(i).name]);
        if ~isempty(message)
            errordlg('Error! Cannot Copy File Data' , 'Bad Input' ,'modal');
            return;
        end

        xlsStructArray1 = XLS2STRUCT( file_path , 'd1:d54' ," ,'D',2);
        xlsStructArray2 = XLS2STRUCT( file_path , 'e1:e54' ," ,'E',2);
        xlsStructArray3 = XLS2STRUCT( file_path , 'j1:j54' ," ,'J',2);
        xlsStructArray4 = XLS2STRUCT( file_path , 'k1:k54' ," ,'K',2);
        xlsStructArrayS = catstruct(xlsStructArray1,xlsStructArray3);
        xlsStructArray = catstruct(xlsStructArray2,xlsStructArray4);

        fldNm = fieldnames(xlsStructArray);
        fldNmS = fieldnames(xlsStructArrayS);

        for j=1:numel(fldNm)
            %disp(xlsStructArray.(fldNm{j}));
            fldData = xlsStructArray.(fldNm{j});
            fldDataTxt = xlsStructArrayS.(fldNmS{j});
            for m=1:numel(fldData)
                if mod(j,2)==1
```

```
                %disp([{m},',',{k},'==',fldDataTxt{m}]);
                if k==1
                    DeviceN{m,k} = fldDataTxt{m};
                end
                DeviceN{m,k+1}=fldData{m};
            else
                mm = m+54;
                if k==1
                    DeviceN{mm,k}=fldDataTxt{m};
                end
                DeviceN{mm,k+1}=fldData{m};
            end
        end
    end
end

colnames =
{irradiance,deviceDimention,totalDevice,stepMeasurement,tempStart,tempFinish,tempAd
d};
xlswrite(DeviceN,'',colnames,[dirOutput,'/',filename],'Sheet2');

if strcmp(sndSts,'true')
    DisplayEstimateTC1(sendParam);
    set(handles.bttEstimate,'Enable','off');
    set(handles.bttReset,'Enable','on');
    set(handles.bttClose,'Enable','on');
    set(handles.bttSelectDir,'Enable','off');
end

% --- Executes on selection change in directoryList.
function directoryList_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function directoryList_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function currentDirectory_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function irradiance_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function deviceDimention_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function totalDevice_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end


% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function tempStart_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function tempFinish_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function stepMeasurement_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
```

```
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
   set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --------------------------------------------------------------------
function quit_menu_new_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(handles.NewEstimate)

% --------------------------------------------------------------------
function exit_menu_new_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(handles.NewEstimate);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function NewEstimateLogo_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
axes(hObject);
imshow('images/solartc-bg.gif');

function tempAdd_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to tempAdd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of tempAdd as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of tempAdd as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function tempAdd_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to tempAdd (see GCBO)
```

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function currentFile_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to currentFile (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of currentFile as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of currentFile as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function currentFile_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to currentFile (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end

function dirOutput_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to dirOutput (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of dirOutput as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of dirOutput as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function dirOutput_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to dirOutput (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

ภาคผนวก จ ผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง

Electrical Engineering Network 2012

of Rajamangala University of Technology (EENET 2012)

CONFERENCE TOPICS

GROUP 1 (PE)
Power Electronics, Electric Machines, Motor Control and Drive, Measurement, Control and Robotics.

GROUP 2 (PW)
Power System, Transmission and Distribution, High Voltage and Electrical Energy, Generating Systems.

GROUP 3 (RE)
Renewable Energy, Energy Saving Technologies, Industry Specific Energy Conversion and Conditioning Technologies, Materials for Energy and Environment.

GROUP 4 (TE)
Telecommunications, Electronics, Information and Communication Technologies, Antennas, Microwave Theory and Techniques.

GROUP 5 (CP)
Computer Technologies and Network, Computer Graphics, Machine Learning and Human-Computer Interaction.

GROUP 6 (GN)
Education in Electrical Engineering, Simulation Software and Design tools, Related Topics in Electrical Engineering.

EENET 2012

GRAND PARADISE HOTEL
Nong Khai, THAILAND
April 3-5, 2012

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4 วันที่ 3-5 เมษายน 2555

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

Development of Program for Analysis of Solar Cell Characteristics for Estimating Temperature Coefficient

ภัทรพล เรืองนาค[1] นิพนธ์ เกตุจ้อย[2]* และประพิธาร์ ธนารักษ์[2]
[1]มหาวิทยาลัยนเรศวร ศูนย์วิทยบริการกรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานคร 10330
โทรศัพท์ : 0-2655-3700 โทรสาร : 0-2655-3699
[2]วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ : 0-5596-3182 โทรสาร : 0-5596-3182
*Corresponding author: niponk@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ จะมีการบันทึกข้อมูลจำนวนมาก เนื่องจากการไม่เป็นเชิงเส้นของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ เพื่อนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ โดยโปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc), ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Isc), ค่าฟิลแฟคเตอร์ (FF) และค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ (η) ในแต่ละช่วงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิโดยประมวลผลผ่านโปรแกรมและแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง พบว่าสามารถทำการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิได้รวดเร็วขึ้น การมีโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิจึงจำเป็นและจะมีประโยชน์ต่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์

คำสำคัญ: การพัฒนาโปรแกรม, เซลล์แสงอาทิตย์, สัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

Abstract

Since the research and development in solar cells technology need to collect, analyze, and interpret a large amount of data, the purpose of this research is to invent a computer program that can analyze electrical data gained from a solar-cell meter, which measures these data in different temperature levels. This program will compute and provide electrical properties of solar cells namely Open Circuit Voltage (Voc), Short Circuit Current (Isc), Fill Factor (FF), and Efficiency Value in a different range of temperature. The graphs of the relation between electrical properties and different temperature levels are displayed through this program. The researcher found that this program can analyzed electrical properties of solar cells and evaluate the coefficients of temperature faster. Thus, this program is necessary and useful for the research and development in solar cells technology.

Keywords: Development program, Solar cell, Temperature coefficient

1. บทนำ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน จะมีอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องเนื่องจากเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc) มีแนวโน้มลดลงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมลดลง [1] และในสภาวะการใช้งานจริง อุณหภูมิของเซลล์มีโอกาสที่จะสูงกว่า 25 °C เนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อม และเมื่อแสงตกกระทบลงบนเซลล์แสงอาทิตย์ จะทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในพื้นที่เขตร้อนชื้นอุณหภูมิสะสมของเซลล์แสงอาทิตย์อาจสูงถึง 70 °C [1] ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพลดลง

ในการทดสอบประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทั่วไปจะทดสอบภายใต้เงื่อนไขมาตรฐาน (Standard Test Condition: STC) คือ ที่อุณหภูมิ 25 °C, มวลอากาศ (Air mass) 1.5 และค่ารังสีอาทิตย์ 1,000 W/m^2 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล เนื่องอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ การประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิจึงมีความสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่อยู่ภายใต้เงื่อนไขมาตรฐาน (STC) หรือ การทดสอบที่สามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ ของเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

แห่งชาติได้พัฒนาขึ้น โดยเครื่องมือวัดจะทำการวัดและเก็บข้อมูลในช่วงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตามกำหนด คือ 25, 35, 45, 55, 65 และ 75 °C ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้น สามารถนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (TC) ของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เนื่องจากข้อมูลจากการวัดมีเป็นจำนวนมาก และในการนำข้อมูลจำนวนมากมาทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ ให้มีความถูกต้องและรวดเร็ว จึงได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการพัฒนาโปรแกรมด้วย MATLAB™ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสมรรถนะสูงเพื่อใช้ในการคำนวณทางเทคนิค และมีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรม สามารถเขียนโปรแกรมและให้การแสดงผลรวมกันอยู่ในตัวโปรแกรมเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน [2, 3]

2. ทฤษฎี

2.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ 3 ตัว คือ

1. ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Current: Isc) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่เกิดการลัดวงจร

2. ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open Circuit Voltage: Voc) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ ไม่มีกระแสไหลผ่าน

3. ค่าฟิลแฟคเตอร์ (Fill Factor: F.F) คือ ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Vmax*Imax) ต่อผลคูณระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Voc*Isc) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$F.F = [(Vmax*Imax)/(Voc*Isc)]*100 \quad [\%] \qquad (1)$$

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

ค่าคงที่ค่าหนึ่งของความสัมพันธ์ของค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าใดๆที่ต้องการกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

$$TC(part/°C) = \frac{1}{z}\frac{\delta Z}{\delta T}\Big|_{T_n = 25°C} \qquad (2)$$

TC คือ สัมประสิทธิ์ต่ออุณหภูมิ(Temperature Coefficient)

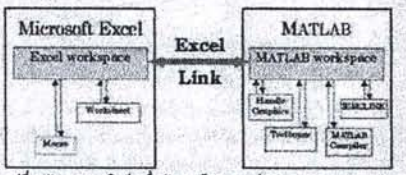
Z คือ ค่าของตัวแปรต่างๆ เช่น η, Voc, Isc และ FF ที่อุณหภูมิ (T_n) เท่ากับ 25°C

T_n คือ Normalized temperature ที่อุณหภูมิต่างจาก 25°

$\frac{\delta Z}{\delta T}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Z เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจาก 25°C

2.2 โปรแกรม MATLAB ติดต่อไฟล์ข้อมูล

การติดต่อสื่อสารระหว่างการทำงานของ Excel และ MATLAB สามารถเลือกใช้ฟังก์ชั่นสำหรับอ่านหรือเขียน Excel ไฟล์ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลที่เครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์บันทึกข้อมูลเก็บไว้ โดยเลือกใช้ข้อมูลภายในโดยไม่ต้องเปิดไฟล์ข้อมูลได้ สามารถเลือกใช้ข้อมูลแล้วนำค่าข้อมูลที่เข้ามาคำนวณการคำนวณด้วยสมการที่กำหนดตามต้องการ และแสดงผลการคำนวณออกมาได้ทันที ซึ่งการแสดงผลการคำนวณจะแสดงในรูปแบบตัวเลข หรือ ในรูปแบบกราฟความสัมพันธ์ของค่าที่คำนวณออกมา ลักษณะการทำงานของ MATLAB ที่ติดต่อกับ Excel สามารถแสดงได้ในรูปที่ 1

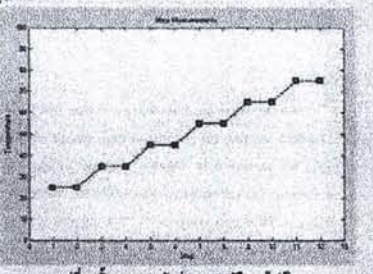


รูปที่ 1 ลักษณะการติดต่อเพื่อจัดการข้อมูลระหว่าง Excel และ MATLAB

3. วิธีการออกแบบและทดลองโปรแกรม

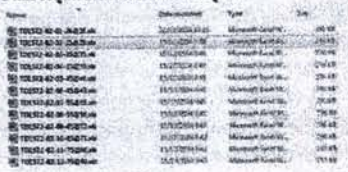
3.1 การเตรียมชุดข้อมูล

การทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิได้แม่นยำและรวดเร็ว จะใช้ชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าและบันทึกจากเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแต่ละชุดข้อมูลเป็นข้อมูลที่ทำการบันทึกจากการวัดในแต่ละช่วงอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนค่าโดยเครื่องมือวัด ซึ่งวิธีการวัดของเครื่องมือวัดจะทำการวัดค่าในแต่ละอุณหภูมิจำนวน 2 ครั้ง เริ่มวัดครั้งแรกเมื่ออุณหภูมิที่กำหนด และวัดครั้งที่ 2 หลังจากวัดครั้งแรกของอุณหภูมินั้น 5 นาที โดยกำหนดเริ่มวัดค่าที่อุณหภูมิ 25 °C ไปจนถึง 75 °C ดังรูปที่ 2

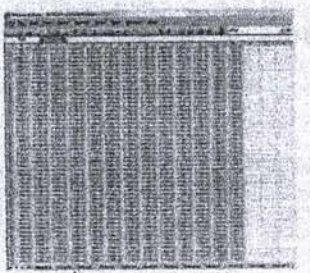


รูปที่ 2 ขั้นตอนการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า

จากการทำงานของเครื่องมือวัดทำให้มีไฟล์ข้อมูลของแต่ละคุณหภูมิดัง รูปที่ 3 และข้อมูลที่วัดได้ในแต่ครั้งแสดงในรูปที่ 4



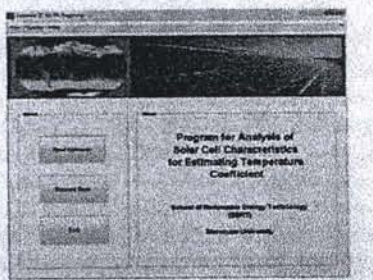
รูปที่ 3 ชุดไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินค่า



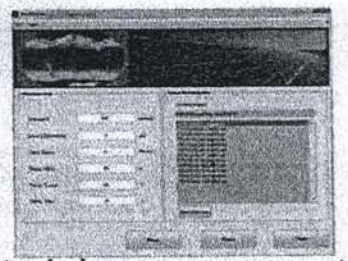
รูปที่ 4 ข้อมูลภายในแต่ละไฟล์ข้อมูล

3.2 การพัฒนาโปรแกรม

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้เป็นโปรแกรมประยุกต์แบบ standalone สามารถนำโปรแกรมไปใช้งานในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆได้ โดยไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรม MATLAB



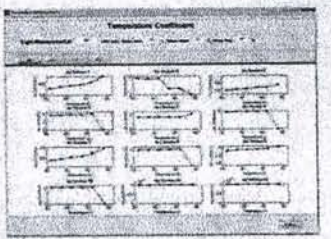
รูปที่ 5 โปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ



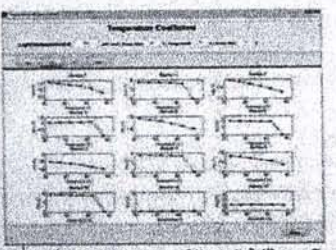
รูปที่ 6 การตั้งค่าเบื้องต้นและเลือกชุดข้อมูลสำหรับทำการวิเคราะห์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

3.3 การแสดงผล

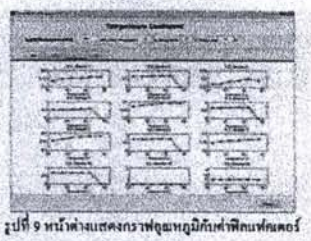
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะแสดงผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ โดยใช้สมการ (2) ในการคำนวณหาค่า TC จะแบ่งการแสดงผลเป็นแถบข้อมูล Jsc, Voc, FF, และ Eff. โดยจะแสดงผลในลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของแต่ละเซลล์ทดลอง จะทำให้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละเซลล์ทดลองได้ แสดงดังรูป



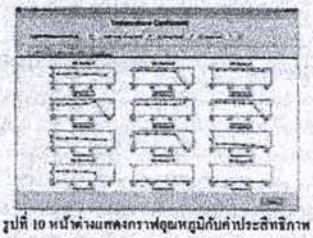
รูปที่ 7 หน้าต่างแสดงกราฟอุณหภูมิกับกระแสไฟฟ้าลัดวงจร



รูปที่ 8 หน้าต่างแสดงกราฟอุณหภูมิกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด



รูปที่ 9 หน้าต่างแสดงกราฟคุณหภูมิกับค่าฟิลฟแฟคเตอร์



รูปที่ 10 หน้าต่างแสดงกราฟคุณหภูมิกับค่าประสิทธิภาพ

4. ผลการทดลอง

4.1 ความถูกต้องแม่นยำ

โปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสามารถคำนวณและประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิโดยการอ่านค่าจากชุดข้อมูลที่เลือกและทำการประมวลผลเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิได้ทันที เป็นการลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการเลือกชุดข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือการระบุค่าที่ใช้ในการคำนวณไม่ถูกต้อง ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่ประเมินค่าได้ มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

4.2 ความรวดเร็ว

โปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสามารถคำนวณและประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิในขั้นตอนที่ลดลงโดยใช้โปรแกรมเลือกชุดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ เมื่อเลือกชุดข้อมูลได้แล้ว โปรแกรมจะประมวลผลในครั้งเดียวและแสดงผลออกมาได้เร็วขึ้น โดยเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้โปรแกรม Excel ช่วยคำนวณ

5. สรุป

การวิจัยและพัฒนาทดโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของคุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์มีความซับซ้อนเนื่องจากค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เป็นเชิงเส้น ประกอบกับเซลล์แสงอาทิตย์มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ขึ้นกับคุณหภูมิของสภาพแวดล้อมและตัวเซลล์แสงอาทิตย์ การวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์คุณหภูมิที่ถูกต้องและรวดเร็วจึงทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร เป็นเหตุให้ต้องใช้โปรแกรมช่วยคำนวณที่สามารถประมวลผลและแสดงผลออกมาได้ถูกต้องรวดเร็ว ซึ่งต้องใช้หลุยุทธิหรือเทคนิคการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีคุณหภูมิเปลี่ยนแปลงประกอบขึ้นเป็นโปรแกรมการทำงาน ดังที่บทความนี้ได้นำเสนอในรายละเอียด โปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่พัฒนาขึ้นด้วย MATLAB™ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการวิจัยและพัฒนาทดโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ในลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคุณหภูมิได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.กอบศักดิ์ ศรีประภา จากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ ตลอดจนคำแนะนำในงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Kobsak S., "Temperature dependence of polycrystalline silicon/microcrystalline double-junction solar cells," Jpn. J. Apply. Phys., Vol. 47, pp1496-1500, 2008

[2] ปริญญา สงวนสัตย์. (2553). คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์. (พิมพ์ครั้งที่ 1).นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.

[3] ไสยา แข็งการ,กมล์รร ชำนิประศาสน์.การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม.(ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2).มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2554, ftp://ftp.ee.psu.ac.th/pub/matlab/help/matlab_guide_thai.pdf

ลัพรพอ เวียงนาค สำเร็จปริญญาศรีในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อ พ.ศ.2547 ภายหลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานที่บริษัท ไฟรเซิร์ฟ จำกัด ในตำแหน่ง Application Developer ได้เข้าไปปฏิบัติหน้าที่ ณ สำนักโลจิสติกส์ กรมอุตสาหกรรมและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาโทสาขาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	ภัทรพล เวียงนาค
วัน เดือน ปี เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2525
ที่อยู่ปัจจุบัน	43/1 หมู่ 7 ตำบลแม่จั๊วะ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่
ที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ไพรม์ เซิร์ฟ จำกัด เลขที่ 4 ซอยอินทามระ 3 ถนนสุทธิสาร วินิจฉัย แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Developer)

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2550	บริษัท สมาร์ทคลิก จำกัด เลขที่ 219/11-ซี อาคารอโศกทาวเวอร์ ชั้น 4 ถนนสุขุมวิท 21 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	วศ.บ. (คอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร