บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆในอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย แต่กระบวนการในการเขียนซอฟต์แวร์ เพื่อวิเคราะห์ระบบและสามารถให้คอมพิวเตอร์ติดต่อและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ Matlab เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประโยชน์หลายด้านรวมทั้งมีการใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรมและบริษัทต่างๆทั่วโลก โดยจุดเด่นที่สำคัญที่สุดของ Matlab คือความง่ายและสมบรูณ์แบบของโปรแกรม ซึ่งทำให้เราสามารถทุ่มเทความคิดไปที่ขั้นตอนและวิธีของเราได้ โดนไม่ต้องเสียเวลาในการเชื่อมต่อหรือกังวลกับการประกาศตัวแปรในชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันรองรับการคำนวณรูปแบบต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มากมายเพียงพอให้เราสามารถสร้างโปรแกรมได้เกือบทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมสำหรับงานวิจัยด้านต่างๆ โปรแกรมควบคุมเครื่องจักรหรือหุ่นยนต์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Matlab ยังคงมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น ความล่าช้าในการประมวลผลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานด้านที่ต้องการการคำนวณแบบเวลาจริงอาจทำได้ไม่ดีนัก แต่จุดด้อยเหล่านี้จะถูกปรับปรุงและแก้ไขให้ดีขึ้นใน Matlab รุ่นต่อๆไป ดังนั้นการศึกษา Matlab จึงมีความคุ้มค่าและประโยชน์อย่างยิ่ง ในส่วนของ Simulink เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่บน Matlab ใช้ในการจำลองแบบคณิตศาสตร์ สนับสนุนเครื่องมือที่สร้างแบบจำลองการเรียนแบบ และเครื่องมือการวิเคราะห์ข้อมูลนอกจากนี้ Simulink ยังประกอบด้วยไลบรารีพื้นฐาน และขั้นสูง ทั้งเชิงเส้น, ไม่เชิงเส้น ,ระยะเวลาที่แซมปิ้ง, และระบบไฮบริด Simulink สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ได้ขณะเรียนแบบอยู่ ทำให้เราเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ทันที ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้ Matlab Simulink ทำงานร่วมกับ STM32F4 Discover เพื่อการควบคุมทางวิศวกรรมไฟฟ้า เพราะผู้ที่จะทำการเขียนซอฟต์แวร์และฮาร์ตแวร์ของคอมพิวเตอร์ มีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี อีกทั้งการเขียนซอฟต์แวร์ยังเป็นการเขียนแบบฮาร์ตโค้ต ทำให้การนำเอาคอมพิวเตอร์มาควบคุมมีค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลาในการออกแบบนาน เพื่อแก่ปัญหาดังกล่าวในโปรแกรม Matlab Simulink ที่ใช้ลักษณะโปรแกรมร่วมกัน ระหว่างฮาร์ตโค้ตและบล็อกไดอะแกรม ใช้ลดปัญหาการเขียนโปรแกรมแบบเดิมได้มาก อีกทั้งยังสามารถนำบล็อกไดอะแกรมที่สร้างขึ้น นำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงเหมาะสมและเป็นประโยชน์แก่การศึกษาและต่อยอด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อต้องการศึกษาและวิเคราะห์การแก้ปัญหาต่างๆในการใช้ Matlab Simulink ร่วมกับ STM32F4 Discover
- เพื่อนำการทดลอง Matlab Simulink ร่วมกับ STM32F4 Discover ในการเรียน
- ศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิต ของบริษัท STMicroelectronics

1.3 ประโยชน์ของโครงงาน

- เพื่อเป็นเอกสารประกอบในการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาที่มีความสนใจ
- เพื่อใช้เป็นการทดลองปฏิบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อยอดจากห้องปฏิบัติการในห้องเรียน
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิต
- เพื่อเป็นใบงานเพื่อใช้วัดผลในการเรียนรู้ พร้อมผลการทดลอง
- เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการเรียนการสอนไมโครคอนโทรลเลอร์ คู่มือพร้อมเฉลย ในการเรียนรู้และการต่อยอดนำข้อมูลที่มีไปควบคุมระบบต่างๆ

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

- ใช้โปรแกรม Matlab Simulink สร้างชุดทดลอง
- ใช้บอร์ด STM32F4 Discover เป็นตัวประมวลผล
- การทดลองประกอบด้วย
    - การทดลองการใช้งานจอแสดงผล LCD
    - ทดลองการขับควบคุม RC Servo Motor
    - การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD
    - การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART
    - การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก

ใบงานประกอบ พร้อมผลการทดลอง

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการพื้นฐานและซอฟต์แวร์ต่างๆที่นำมาใช้งานร่วมในการนำไปประยุกต์ใช้งานเขียนโปรแกรมการทดลองต่างๆ โดยใช้ Matlab Simulink ร่วมถึงการใช้งาน บอร์ด STM32F4 Discover และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้ Matlab เพื่อควบคุมทางวิศวกรรมไฟฟ้า

2.1 Matlab Simulink Program [1]

Matlab โปรแกรมการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสิ่งแวดล้อมในการคำนวณของตัวเอง (Numerical Computing Environment) และมีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรมได้ โดย Matlab มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ Matrix และ Laboratory ซึ่งหมายถึงห้องปฏิบัติการเมทริกซ์ Matlab มีจุดกำเนิดในช่วงปี ค.ศ. 1970 ซึ่งในยุคเริ่มต้นนั้น Matlab เป็นเพียงส่วนติดต่อของภาษา Fortran เพื่อให้ใช้กับ LINPACK (ไลบรารีที่ใช้ในการคำนวณพีชคณิตเชิงเส้น) และ EISPACK (ไลบรารีที่ใช้ในการคำนวณค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Value) และเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigen vector) เพื่อให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้งานภาษา Fortranหลังจากนั้นในช่วงปี ค.ศ. 1984 บริษัท MathWorks ถูกก่อตั้งขึ้นเพื่อพัฒนา Matlab และ Matlab ถูกเขียนขึ้นใหม่ด้วยภาษา C พร้อมไลบรารี JACKPAC จากนั้น Matlab ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบัน Matlab มี GUI พัฒนาโดยภาษา Java และ Simulink ถูกผนวกเข้ากับ Matlab ในส่วน Simulink โปรแกรม Matlab สามารถจำลองทดสอบและวิเคราะห์การทำงานของระบบพลศาสตร์ในเชิงเวลาได้โดยการใช้ Simulink ซึ่งเป็นเครื่องมือ Toolbox ที่อยู่ในโปรแกรม Simulink โดยจะทำงานภายใต้หน้าต่างที่เป็นการเชื่อมต่อทางรูปภาพ (GUI) ของ Simulink เท่านั้นคำว่า Simulink มาจากคำสองคำคือ Simulation และ Link การใช้งาน Simulink จะกระทำโดยการนำบล็อกในหน้าต่างไลบรารี Simulink มาต่อกันตามที่เราต้องการ และสามารถจาลองระบบได้ทั้งระบบที่เป็นเชิงเส้น ไม่เป็นเชิงเส้น ระบบเวลาต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง การจำลองระบบสามารถกระทำได้โดยป้อนอินพุตที่ป้อนเข้าไปเมื่อเริ่มต้นใช้งาน Simulink โปรแกรม Matlab จะกำหนดชื่อหน้าต่าง Simulink โดยอัตโนมัติเป็น untitled หน้าต่าง Simulink นี้จะทำงานเชื่อมต่อกับหน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม Matlab โดย Simulink สามารถรับส่งข้อมูลผ่าน Workspace ของหน้าต่างคำสั่งในกรณีที่ระบบใช้ฟังก์ชันหรือบล็อกที่เป็น To Workspace ตลอดจนบล็อกของหมวดหมู่ต่างๆ ที่ไม่ได้กำหนดค่าตัวเลขแต่กำหนดเป็นค่าตัว

แปรในหน้าต่าง Simulink และเมื่อเก็บระบบที่จำลองได้ด้วย Simulink โปรแกรม Matlab จะกำหนดไฟล์ที่ทำการ Simulink เป็นชื่อไฟล์นามสกุล mdl เมื่อเริ่มใช้งาน Simulink จะพบหน้าต่างไลบรารี Simulink ที่ประกอบด้วยบล็อกไดอะแกรมที่เป็นโหมดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในการจำลองระบบซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ไม่สามารถทำงานได้เพียงตัวเดียว ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่นถึงจะทำงานได้ การเลือกใช้งานโหมดใดโหมดหนึ่งในหน้าต่างไลบรารี Simulink ให้ดับเบิลคลิกไปที่โหมดนั้นแล้วจะปรากฏหน้าต่าง ที่แสดงรายละเอียดของบล็อกต่างๆ บนหน้าต่างไลบรารี Simulink ของโหมดที่เลือกไว้ออกมาบล็อกไดอะแกรมโหมดต่างๆใน Simulink

2.2.1 ประโยชน์ของ Matlab

การพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab มีความง่ายและเร็วกว่าภาษาอื่นๆ เพราะมีไลบรารีจำนวนมากรับรอง และด้วยตัวลักษณะการทำงานเชิงเมทริกซ์ ทำให้เราสามารถจัดการกับอาร์เรย์ได้ง่ายดายโค้ดโปรแกรมสั้นกะทัดรัด เหมาะกับการสร้างและทดสอบระเบียบวิธีใหม่ๆ รองรับการทำงานกับกราฟิก รวมถึง (GUI) ทำให้สะดวกในการป้อนค่าและแสดงผล นอกจากนั้น ยังสามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์และโปรแกรมภาษาอื่นๆ ได้โดยเราสามารถแบ่งประโยชน์ของ Matlab ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. Matlab เป็นโปรแกรมคำนวณ ที่รองรับทั้ง

- เชิงตัวเลข (Numeric) เราสามารถใช้เป็นเครื่องคำนวณธรรมดา หรือใช้งานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงได้

- เชิงสัญลักษณ์ (Symbolic) เราสามารถคำนวณในเชิงตัวแปรได้ เช่น การอินทิเกรต หรือการแก้สมการต่างๆ แบบติดตัวแปร

2. Matlab สามารถเขียนโปรแกรมได้

- สามารถเขียนได้ทั้งแบบ Script ซึ่งทำงานในลักษณะชุดคำสั่งต่อเนื่อง หรือเขียนเป็น Function เพื่อใช้งานก็ได้

- สามารถใช้งานได้ทั้งแบบ Interpret หรือ Compile โดยเราสามารถ Compile โปรแกรม Matlab ออกมาได้หลายชนิดทั้งแบบ Standalone หรือ Library เช่น .exe หรือ .dll เป็นต้น

- มี GUI รองรับ โดยสามารถเขียนได้ทั้งแบบใช้ GUIDE (คล้าย Visual Basic) หรือแบบไม่ใช้ก็ได้

- รองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุทั้งคลาสของ Matlab เองหรือคลาสของภาษาอื่น เช่น Java หรือ .NET

- สามารถ Debug โปรแกรมได้ และในส่วนการติดต่อภาษาอื่นๆ สมารถ Compile ไปเพื่อทำการดีบักในโปรแกรมอื่น เช่น Visual Studio ได้ด้วย

3. Matlab สามารถติดต่อหรือใช้งานร่วมกับโปรแกรม ภาษา ฮาร์ดแวร์หรือแฟ้มข้อมูลรูปแบบต่างๆได้

- สามารถเชื่อมต่อกับภาษาหรือโปรแกรมอื่นๆได้ เช่น Java, C/C++, .NET, MS Excel โดยเราอาจให้โปรแกรมหลักเขียนโดย Matlab แล้วเรียกใช้งานภาษาอื่น หรือให้ภาษาอื่นเป็นโปรแกรมหลักแล้วทำการเรียกใช้งาน Matlab ก็ได้

- สามารถอ่านหรือเขียนแฟ้มข้อมูลสื่อสารแบบมาตรฐานได้ เช่น ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ เป็นต้น

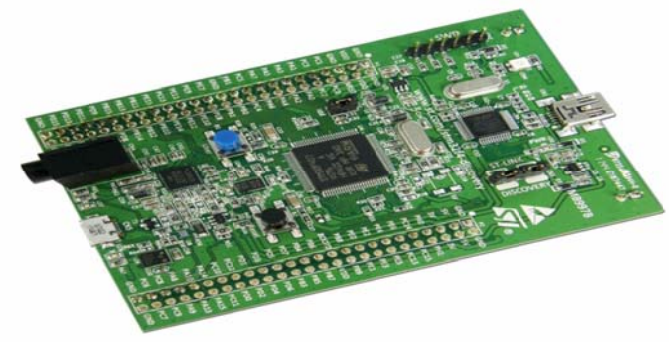
- สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้ กล้องวิดีโอ บอร์ด DSP เป็นต้น

2.2 STM32F4 Discover [2]

STM32F4 Discover ชุดพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิต เป็นชุดพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตในตระกูลใหม่ STM32 ARM Cortex-M4F โดยในบอร์ดจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ชุด ST-Link/V2 ใช้ในการดาวน์โหลดและดีบักไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F407VGT6 ที่อยู่ในบอร์ดผ่านทางพอร์ท USB คุณสมบัติในบอร์ดจะประกอบด้วย 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. ส่วน ST-Link/V2 ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ STM32F103 มาเป็นตัวเชื่อมต่อการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB พอร์ตสามารถดีบักและโปรแกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 ที่บนบอร์ดได้ 6 พิน สวิตซ์ D ต่อออกใช้งานดีบักได้นอกบอร์ด

2. ส่วนบอร์ดใช้งาน STM32F4ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ STM32F407VGT6, 32 บิต ARM CORTEX-M4F 1MB FLASH, 192KB RAM, LQFP100 TYPE ตัวบอร์ดสามารใช้ไฟ +5V จากขั้วต่อ USB หรือรับจากพาวเวอร์ 5V ภายนอกได้ในการใช้งาน ประกอบด้วยส่วน 3-AXIS ACCELEROMETER เบอร์ LIS302DL อยู่บนบอร์ด และมีส่วน ดิจิตอลไมโครโฟน เบอร์ MP45DT02 อยู่บนบอร์ด USB OTG FS พร้อมขั้วต่อไมโครAB ตัวบอร์ดทำเป็นขั้วต่อแบบพินเฮดเดอร์ใต้ PCB 25 x 2 จำนวน 2 ชุด



ภาพที่ 2.1 บอร์ด STM32F4 Discover

2.3 จอแสดงผล LCD [3]

ในคอมพิวเตอร์ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อความหรือดูรูปภาพได้ผ่านทางจอแสดงผลแบบต่างๆ เช่นจอภาพหลอดสูญอากาศ จอภาพแบบผลึกเหลว และจอภาพแบบ LED ที่ความละเอียดสูงส่วนระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็ก เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่สามารถเชื่อมต่อกับจอภาพขนาดใหญ่ เพราะไม่มีส่วนควบคุมการแสดงผลเช่น วีจีเอ คอนโทรลเลอร์จอแสดงผล LCD ประกอบด้วยหน้าจอผลึกเหลวที่มีจุดภาพ หรือพิกเซลขนาดเล็กและส่วนควบคุมการแสดงผล (LCD คอนโทรลเลอร์) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน้าจอ เช่น ลบข้อความบนหน้าจอ เว้นบรรทัด ขึ้นบรรทัดใหม่ และควบคุมการเปิด-ปิดของพิกเซลเพื่อแสดงเป็นตัวอักษรหรือรูปภาพ ลักษณะตัวอักษรและภาษาขึ้นอยู่กับผู้ผลิต LCD คอนโทรลเลอร์ เช่น HD44780 จากบริษัท Hitachi สามารถรองรับภาษาอังกฤษและญี่ปุ่น เป็นต้น

จอแสดงผล LCD ที่ใช้งานกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งตามลักษณะของพิกเซลได้สองชนิดคือ แบบตัวอักษร และแบบรูปภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับ 7-Segment จอแสดงผลแบบ LCD มีจุดเด่นคือ สามารถแสดงได้ทั้งข้อความและตัวเลขได้มากกว่า 7-Segment และเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม โมดูลจอแสดงผล LCD ที่ติดตั้งหน้าจอแบบต่างๆ และ LCD คอนโทรลเลอร์รวมเข้าไว้ด้วยกันจะมีราคาสูงกว่า 7-Segment สำหรับข้อความภาษาไทยเนื่องจาก LCD คอนโทรลเลอร์ไม่ได้รองรับตัวอักษรภาษาไทย Graphical LCD จึงเป็นที่นิยม เพราะสามารถใช้รูปตัวอักษรภาษาไทยและมีพื้นที่สำหรับสระกับวรรณยุกต์ หากต้องการแสดงข้อความภาษาไทยในจอแสดงผล LCD ผู้พัฒนาต้องสร้างตัวอักษรและเก็บไว้ในหน่วยความจำใน LCD คอนโทรลเลอร์ซึ่งจะไม่กล่าวถึงรายละเอียด Aimagin CLCD2 ประกอบด้วยจอแสดงผล LCD แบบตัวอักษร ขนาด 16 x 4 และบอร์ดสำหรับใช้กับ STM32F4

Discover เมื่อเชื่อมต่อ Aimagin CLCD2 กับ STM32F4 Discover และ Aimagin F4 Connect2 ผู้ใช้งานควรใช้ไฟเลี้ยงจากอะแดปเตอร์เพื่อให้จอแสดงผลทำงานได้เต็มที่

2.3.1 โครงสร้างของจอแสดงผล LCD

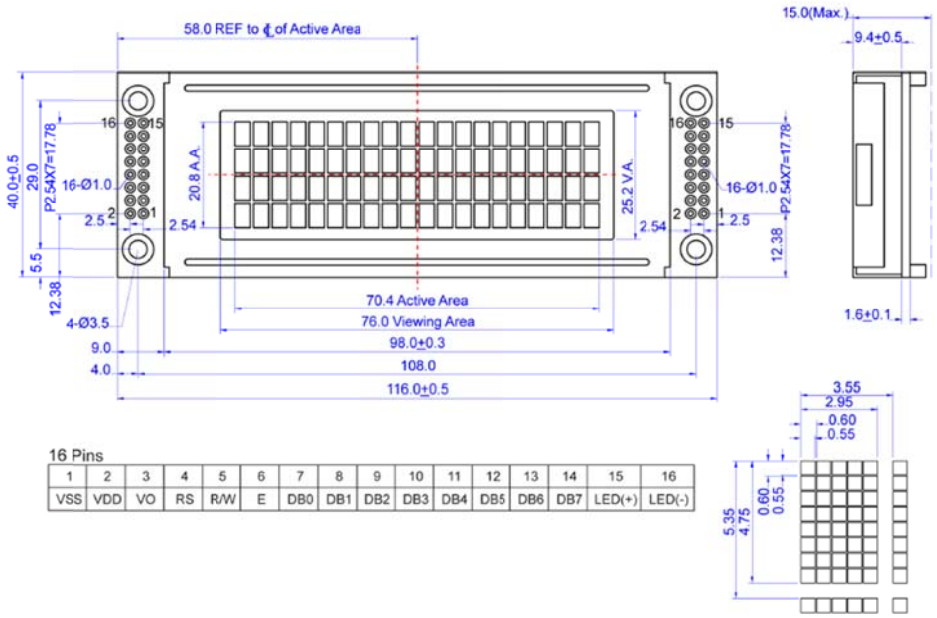
โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCDสามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3แบบด้วยกันคือ

1. แบบใช้การสะท้อนแสง LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2.แบบใช้การส่งผ่าน LCD แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

3.แบบส่งผ่านและสะท้อน LCD แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

ในบทความนี้เราจะกล่าวถึงจอ LCD ที่แสดงผลเป็นอักขระหรือตัวอักษร ตามท้องตลาดทั่วไปจะมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัดหรือมากกว่าตามแต่ความต้องการและลักษณะของงานที่ใช้ หรืออาจจะมีแบบสั่งทำเฉพาะงานก็เป็นได้ ในบทความนี้เราจะยกตัวอย่างจอ LCD ขนาด 16x2 Character หรือที่นิยมเรียกกันว่าจอ LCD 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด สามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาไม่สูง เหมาะสมกับการใช้งานแสดงผลไม่มากในหน้าจอเดียว



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของจอแสดงผล LCD

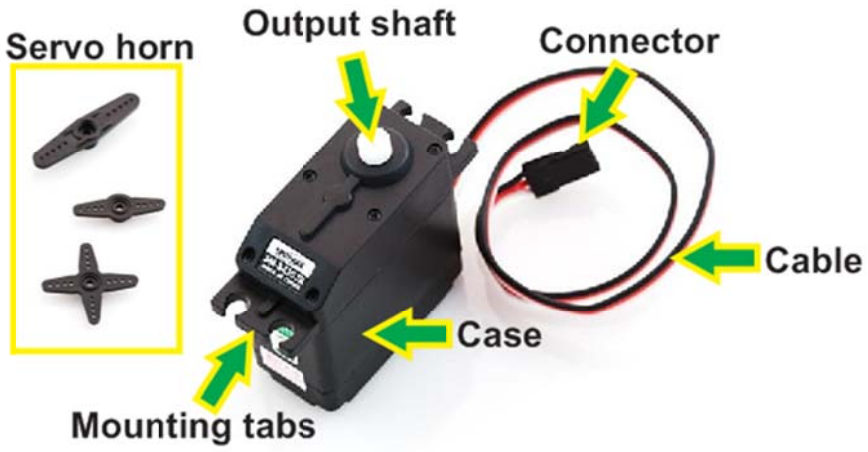
2.3.2 การควบคุมการแสดงผล LCD

ในการควบคุมหรือสั่งงาน ตัวจอ LCD นั้นมีส่วนควบคุม (Controller) รวมไว้ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งควบคุมการทำงานของจอ LCD ผ่านคอลโทรลเลอร์ว่าต้องการใช้แสดงผลอย่างไร โดย LCD คอลโทรลเลอร์ของจอตัวนี้เป็น Hitachi เบอร์ HD44780 และขาในการเชื่อมต่อระหว่าง LCD กับไมโครคอลโทรลเลอร์ มีดังนี้

1. GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่าง Ground ของระบบไมโครคอลโทรลเลอร์กับ LCD
2. VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD ขนาด +5VDC
3. VO ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอ LCD
4. RS ใช้ให้ LCD คอลโทรลเลอร์ทราบ Code ที่ส่งมาทางขาดาต้าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล
5. R/W ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD คอลโทรลเลอร์
6. E เป็นขาเพื่อกำหนดการทำงานให้กับ LCD คอลโทรลเลอร์
7. ถึง 14. DB0-DB7 เป็นขาสัญญาณดาต้าใช้สำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูล/คำสั่ง กับ LCD คอลโทรลเลอร์

2.4 การขับ Servo Motor [4]

RC Servo (คำว่า RC ย่อมาจาก Radio Control) เป็นชุดมอเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถหมุนแกนไปยังตำแหน่ง (มุม) ต่างๆ ได้อย่างแน่นอน และโดยปกติสามารถตอบสนองได้เร็วกว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตามคำสั่งที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจากตัวรับสัญญาณวิทยุ แสดงส่วนประกอบหลักของ RC Servo เนื่องจากมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา และมีแรงบิดสูง อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ชนิดนี้ไม่สามารถหมุนได้ต่อเนื่องครบ 360 องศาจึงไม่เหมาะใช้งานขับเคลื่อนแบบล้อ Servo เป็นคำศัพท์ที่ใช้กันทั่วไปในระบบควบคุมอัตโนมัติ มาจากภาษาละตินคำว่า Sevus หมายถึง “ทาส” (Slave) ในเชิงความหมายของ Servo Motor ก็คือ มอเตอร์ที่เราสามารถสั่งงานหรือตั้งค่าแล้วตัวมอเตอร์จะหมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราสั่งได้เองอย่างถูกต้อง โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ในบทความนี้จะกล่าวถึง RC Servo Motor ซึ่งนิยมนำมาใช้ในเครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นวิทยุ (RC Radio Controlled) เช่น เรือบังคับวิทยุ รถบังคับวิทยุ เฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุ เป็นต้น



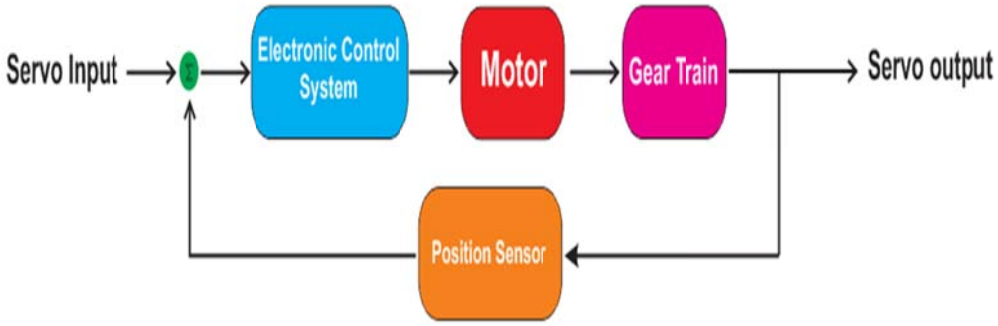
ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบภายนอก RC Servo Motor

- Case ตัวถัง หรือ กรอบของตัว Servo Motor
- Mounting Tab ส่วนจับยึดตัว Servo กับชิ้นงาน
- Output Shaft เพลาส่งกำลัง
- Servo Horns ส่วนเชื่อมต่อกับ Output shaft เพื่อสร้างกลไกล
- Cable สายเชื่อมต่อเพื่อ จ่ายไฟฟ้า และ ควบคุม Servo Motor จะประกอบด้วยสายไฟ 3 เส้น และ ใน RC Servo Motor จะมีสีของสายแตกต่างกันไปดังนี้
    - o สายสีแดง คือ ไฟเลี้ยง (4.8-6V)

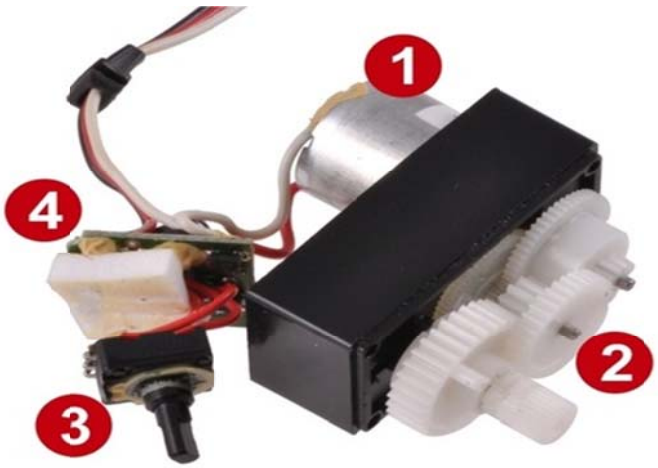
o สายสีดำ หรือ น้ำตาล คือ กราวด์

o สายสีเหลือง (ส้ม ขาว หรือฟ้า) คือ สายส่งสัญญาณพัลซ์ควบคุม (3-5V)

- Connector จุดเชื่อมต่อสายไฟ



ภาพที่ 2.4 Servo Motor Block Diagram



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor

1. Motor เป็นส่วนของตัวมอเตอร์

2. Gear Train หรือ Gearbox เป็นชุดเกียร์ทดแรง

3. Position Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน

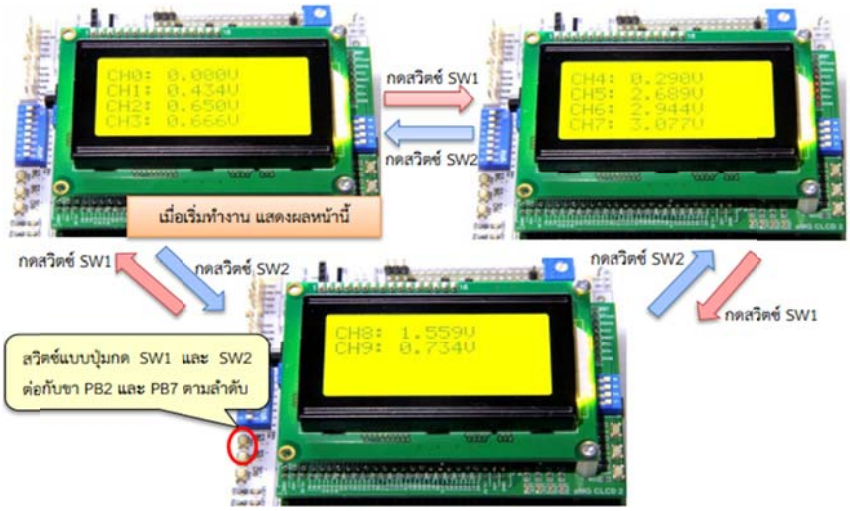
4. Electronic Control System เป็นส่วนที่ควบคุมและประมวลผล

2.4.1 คุณสมบัติของ Servo Motor แบ่งออกได้ดังนี้

1. มีอัตราการเร่งที่ดี
2. ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว
3. ย่านการควบคุมกว้าง
4. ความเร็วในการหมุนคงที่ เนื่องจากการควบคุมการทำงานของ Servo Motor เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับดังนั้นตัว Servo Motor ต้องมีตัวนับรอบติดอยู่ด้วยทุกตัว

2.5 การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD [5]

การทดลองในการใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD นี้แสดงการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยโมดูลอนาล็อกเป็นดิจิตอลเป็นจำนวน 10 ช่องและแสดงผลค่าที่อ่านได้ทางจอแสดงผล LCD นอกจากนี้สามารถใช้สวิตซ์ปุ่มกดเปลี่ยนหน้าจอเพื่อดูค่าที่เก็บไว้ ดังภาพที่ 2.6 การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณและแสดงผ่านจอ LCD



ภาพที่ 2.6 ค่าแรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณและแสดงผ่านจอ LCD

แสดง Simulink Model สำหรับการอ่านค่าแรงดัน 10 ช่องสัญญาณและแสดงค่าผ่าน LCD ภายในโมเดล ประกอบด้วยซับซิสเทม หลายชุดซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.ซับซิสเทม ใช้กำหนดตัวแปรเพื่อเก็บค่าแรงดันที่อ่านได้ 10 ช่องสัญญาณ

2. ซับซิสเทม ตั้งค่าการใช้งานจอแสดงผล LCD

3.ซับซิสเทม สำหรับแสดงข้อความและค่าที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล LCD

4.ซับซิสเทม สำหรับปรับเลขหน้าของจอแสดงผล LCD (page = 0 ถึง 2)

5.เลขหน้าปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับ Update เลขหน้า หลังจากมีการกดสวิตซ์

6.ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 1 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 0-3

7. ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 4-7

8.ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 8-9

9. รับสัญญาณดิจิตอลอินพุตจากสวิตซ์ สวิตซ์ 1 และ สวิตซ์ 2

10 อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากช่องรับสัญญาณอนาล็อก จำนวน 10 ช่องสัญญาณ

2.6 การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART [6]

UART ย่อมาจากคำว่า (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) เป็นการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์, จีพีเอช, จีเอชเอ็ม โมดูล ไวฟาย โมดูล เป็นต้น เพื่อให้ระบบสมองกลฝังตัวสามารถใช้งานได้หลากหลายประเภทปัจจุบันนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดต่างๆ เพื่อรับและส่งข้อมูลไปยังโลกภายนอกได้มากขึ้นการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ สามารถแบ่งได้สองชนิดคือ

2.6.1 การสื่อสารแบบขนาน (Parallel Communication)

ทำได้โดยการส่งข้อมูลจากผู้ส่งทรานสมิตเตอร์ไปยัง ผู้รับรีซิฟเวอร์ออกมาทีละ 1 ไบท์ หรือ 8 บิต ซึ่งอาจมีบิตเพิ่มเติมสำหรับควบคุมการสื่อสารซึ่งมีข้อดีคืออัตราการรับส่งข้อมูลสูง ตัวอย่างการใช้งาน STM32F4 Discover กับการสื่อสารแบบขนาน เช่น การเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD การเชื่อมต่อกล้องและการเชื่อมต่อกับหน่วยความจำเสริม ตัวกลางระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองเครื่องต้องใช้กลุ่มสายส่งเป็นจำนวนมาก จึงไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกเป็นจำนวนมาก

2.6.2 การสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication)

เป็นการรับส่งออกมาทีละบิต จึงมีความล่าช้ากว่าการสื่อสารแบบขนาน อย่างก็ไรตาม ตัวกลางสำหรับการสื่อสาร อาจจะใช้สายส่งเพียงคู่เดียวจึงมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็ก นอกจากนี้การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถสื่อสารแบบเครือข่ายได้ จึงเป็นที่นิยมมากกว่า

2.7 การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก [7]

อนาล็อกไอโอระบบวัดคุมในภาคอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ประกอบด้วยภาคตรวจจับและภาคควบคุมแสดงผลในส่วนภาคตรวจจับเซนเซอร์ มีบทบาทสำคัญโดยทำหน้าที่ตรวจจับหรือวัดปริมาณทางกายภาพ เช่น ระยะทาง ความเร็ว แรงกระทำ แรงดันอากาศ ความเข้มของแสง อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น แล้วเปลี่ยนคุณสมบัติเหล่านี้ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัญญาณอนาล็อก เช่นแรงดันไฟฟ้า (0–5 V) หรือกระแสไฟ (4-20 mA) ในส่วนภาคควบคุมและแสดงผลนอกจากการเปิด-ปิดอุปกรณ์ ซึ่งเราสามารถใช้ดิจิตอลไอโอได้อุปกรณ์บางชนิดใช้สัญญาณแบบอนาล็อกเป็นสัญญาณอ้างอิงเพื่อกำหนดปริมาณ เช่น วาล์วควบคุมหรือชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์บางประเภทและลำโพงที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นเสียง เป็นต้น จากที่กล่าวมาการนำข้อมูลจากเซนเซอร์ มาบันทึกหรือประมวลผลเพื่อควบคุมอุปกรณ์หรือแสดงผล โดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวระบบจำเป็นต้องใช้โมดูลแปลงสัญญาณที่เรียกว่า การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อสามารถประมวลผลได้ด้วยดิจิตอลคอมพิวเตอร์รวม ถึงโมดูลแปลงสัญญาณที่เรียกว่า การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกกับ STM32F4 Discover มีคุณสมบัติดังนี้

2.7.1 จำนวนช่องสัญญาณ

ผู้ใช้สามารถดูจำนวนช่องสัญญาณอนาล็อกจากดาต้าชีท ของไมโครคอนโทรลเลอร์การตั้งค่าการใช้งานขาให้เป็นอนาล็อก-ดิจิตอล เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากอุปกรณ์ภายนอกหรือการตั้งค่าการใช้งานขาให้เป็น ดิจิตอล-อนาล็อก เพื่อส่งค่าแรงดันไฟฟ้าให้อุปกรณ์ภายนอก

ตารางที่ 2.1 จำนวนโมดูลการใช้อนาล็อกและช่องสัญญาณภายนอกของ STM32F4 Discover

Table 2. STM32F405xx and STM32F407xx: features and peripheral counts

Peripherals		STM32F405RG	STM32F405OG	STM32F405VG	STM32F405ZG	STM32F405OE	STM32F407Vx	STM32F407Zx	STM32F407Ix
Communication interfaces	SPI / I2S	3/2 (full duplex)[2]							
	I²C								
	USART/ UART								
	USB OTG FS								
	USB OTG HS								
	CAN	2							
	SDIO	Yes							
Camera interface		No						Yes	
GPIOs		51	72	82	114	72	82		
12-bit ADC Number of channels		3							
		16	13	16	24	13	16		
12-bit DAC Number of channels		Yes 2							

Datasheet ของ MCU เบอร์ STM32F407VG มีโมดูลADC 3 ชุด เลือกใช้ช่องรับสัญญาณได้สูงสุด 16 ช่อง

มีโมดูล DAC 2 ชุด

2.7.2 คุณสมบัติแรงดันไฟฟ้า

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมดูลอนาล็อก-ดิจิตอล โดยระดับแรงดันไฟที่ต้องการอ่านควรอยู่ในระหว่าง 0 ถึง VREF+ ซึ่งเป็นแรงดันอ้างอิงและขึ้นอยู่กับแรงดันไฟเลี้ยงภายนอกสำหรับ STM32F4 Discover ขา VREF+ ต่อกับไฟเลี้ยง VDD

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

Table 67. ADC characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V_{DDA}	Power supply		$1.8^{(1)}$	-	3.6	V
V_{REF+}	Positive reference voltage		$1.8^{(1)(2)(3)}$	-	V_{DDA}	V
f_{ADC}	ADC clock frequency	$V_{DDA} = 1.8^{(1)(3)}$ to 2.4 V	0.6	15	18	MHz
		V_{DDA} = 2.4 to 3.6 V[3]	0.6	30	36	MHz
$f_{TRIG}^{(4)}$	External trigger frequency	f_{ADC} = 30 MHz, 12-bit resolution	-	-	1764	kHz
			-	-	17	$1/f_{ADC}$
V_{AIN}	Conversion voltage range[5]		0 (V_{SSA} or V_{REF-} tied to ground)	-	V_{REF+}	V

ไฟเลี้ยงภายนอก

แรงดันอ้างอิง

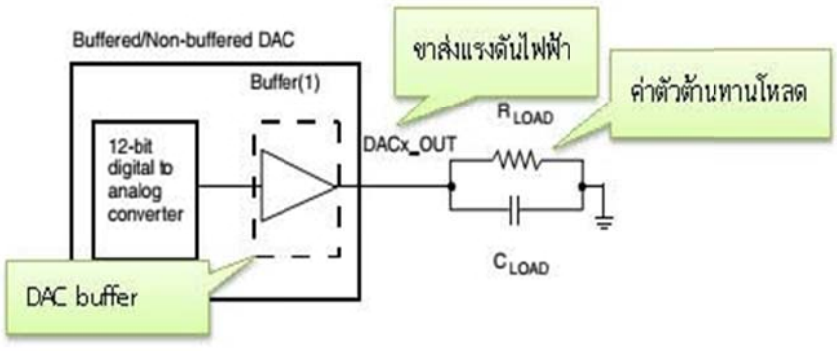
คุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมดูลดิจิตอล-อนาล็อกโดยระดับแรงดันไฟที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถส่งแรงดันได้ขึ้นอยู่กับแรงดันอ้างอิงและแรงดันไฟเลี้ยงภายนอกและการใช้เลือกใช้บัฟเฟอร์ตามตารงที่ 2.3 มีจุดประสงค์คือลดการต่อวงจรภายนอกเพื่อลดความต้านทานขาออก

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมดูล ดิจิตอล-อนาล็อก

Table 74. DAC characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Comments
V_{DDA}	Analog supply voltage	1.8(1)	-	3.6	V	
V_{REF+}	Reference supply voltage	1.8(1)	-	3.6	V	$V_{REF+} \leq V_{DDA}$
V_{SSA}	Ground	0	-	0	V	
R_{LOAD}(2)	Resistive load with buffer ON	5	-	-	kΩ	
R_O(2)	Impedance output with buffer OFF	-	-	15	kΩ	When the buffer is OFF, the Minimum resistive load between DAC_OUT and V_{SS} to have a 1% accuracy is 1.5 MΩ
C_{LOAD}(2)	Capacitive load	-	-	50	pF	Maximum capacitive load at DAC_OUT pin (when the buffer is ON).
DAC_OUT min(2)	Lower DAC_OUT voltage with buffer ON	0.2	-	-	V	It gives the maximum output excursion of the DAC. It corresponds to 12-bit input code (0x0E0) to (0xF1C) at V_{REF+} = 3.6 V and (0x1C7) to (0xE38) at V_{REF+} = 1.8 V
DAC_OUT max(2)	Higher DAC_OUT voltage with buffer ON	-	-	V_{DDA} – 0.2	V	
DAC_OUT min(2)	Lower DAC_OUT voltage with buffer OFF	-	0.5	-	mV	It gives the maximum output excursion of the DAC.
DAC_OUT max(2)	Higher DAC_OUT voltage with buffer OFF	-	-	V_{REF+} – 1LSB	V	

จะสังเกตได้ว่าสัญญาณที่สร้างออกจากโมดูลดิจิตอล-อนาล็อก จะไม่สามารถเริ่มจาก 0 หรือขึ้นสูงสุดถึง VDDA ได้โดยสมบูรณ์ เมื่อใช้บัฟเฟอร์จะมีช่องว่างอยู่ที่ประมาณ 200mV ซึ่งเป็นสิ่งที่แลกกับการไม่ต้องใช้ ดังภาพที่ 2.7



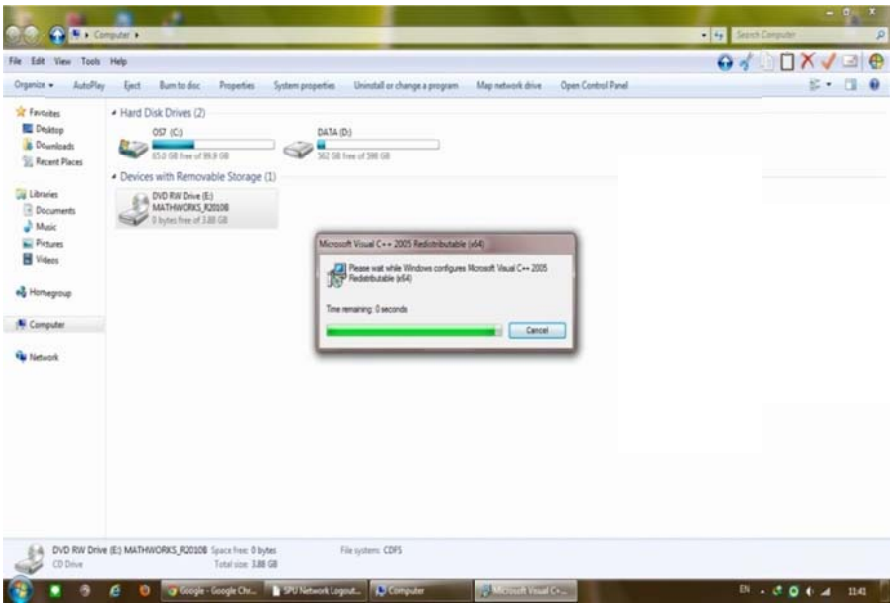
ภาพที่ 2.7 วงจรโมดูลแปลงสัญญาณส่งสัญญาณแบบใช้บัฟเฟอร์/ ไม่ใช้ บัฟเฟอร์

บทที่ 3

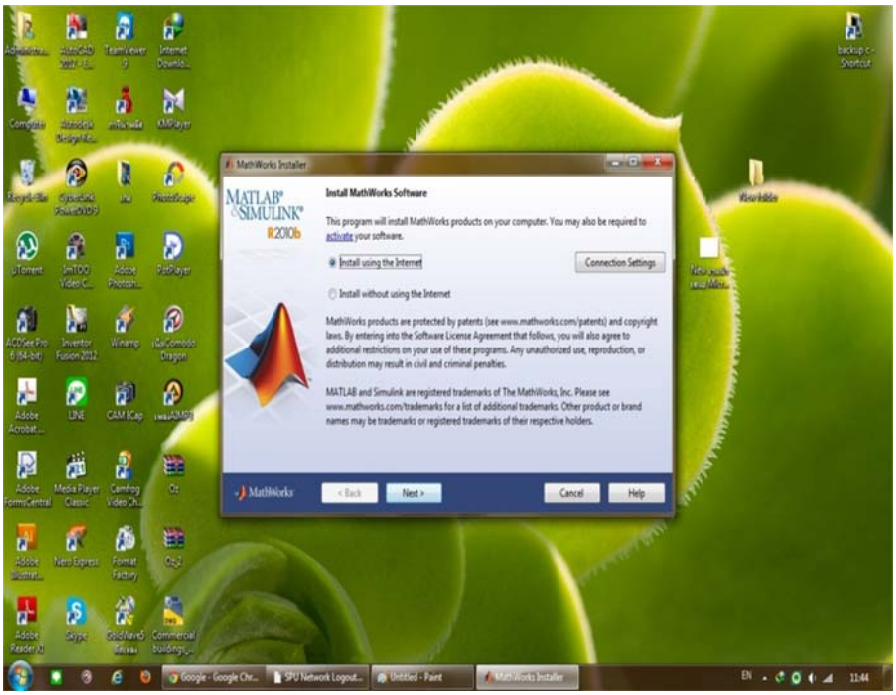
การออกแบบ

3.1.1 การติดตั้งโปรแกรม MATLAB

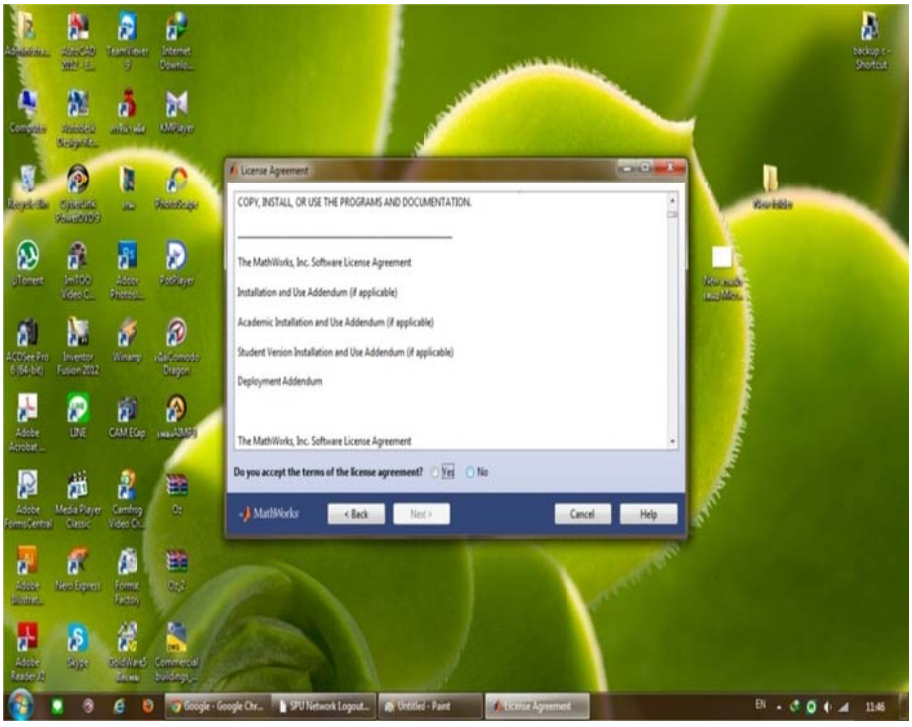
ก่อนที่เราจะทำการติดตั้ง Matlab เราต้องเลือกรุ่นตามความต้องการของเราก่อนโดนอันดับแรกคือ ระบบปฏิบัติการซึ่ง Matlab นั้นรับรองทั้ง Unix, Linux, Mac0S และ MS Windows สำหรับระบบปฏิบัติการ Unix หรือ Linux เราสามารถใช้งานแบบ Command line ผ่าน Console ปกติหรือใช้งาน GUI ผ่าน X Windows ก็ได้ หลังจากนั้นเลือกระบบปฏิบัติการแล้วให้เรามาเลือกว่า Matlab ระบบ 32 บิต หรือ 64 บิต ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์เราด้วย การลงโปรแกรม Matlab เปิดโปรแกรมจากแผ่นซีดีข้อมูลที่ให้มาในกล่องไมโครคอนโทรลเลอร์หรือทำการดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ของบริษัทรูปหน้าต่างโปรแกรมในแผ่นซีดีข้อมูลของบริษัทภาพประกอบที่ใช้ในที่นี้เป็นการติดตั้ง Matlab R2010b บน Microsoft Windows 7โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ 3.1



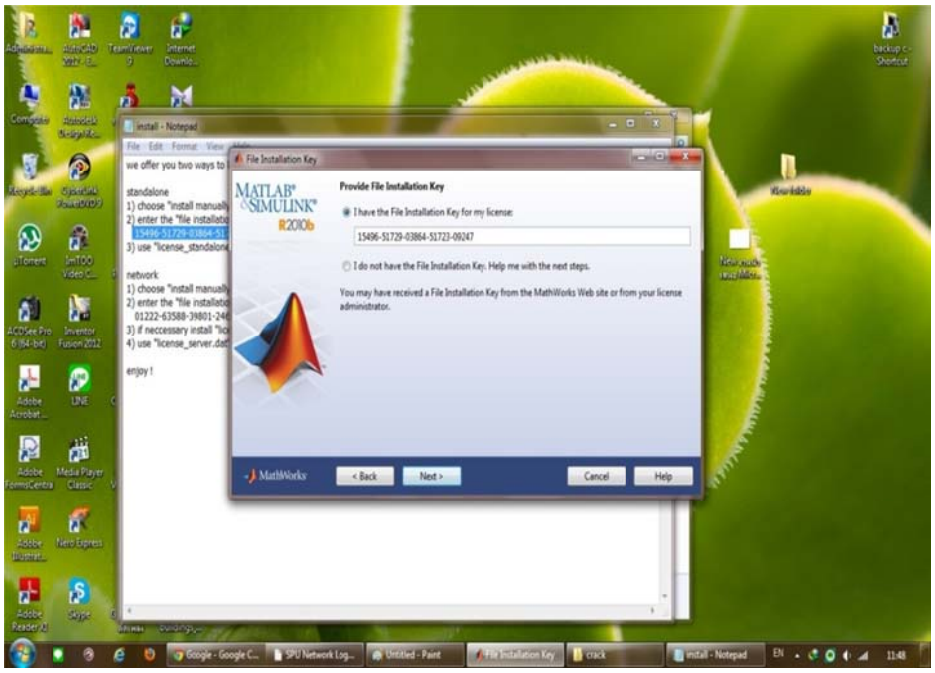
ภาพที่ 3.1 รูปหน้าต่างเลือกโปรแกรม Matlab



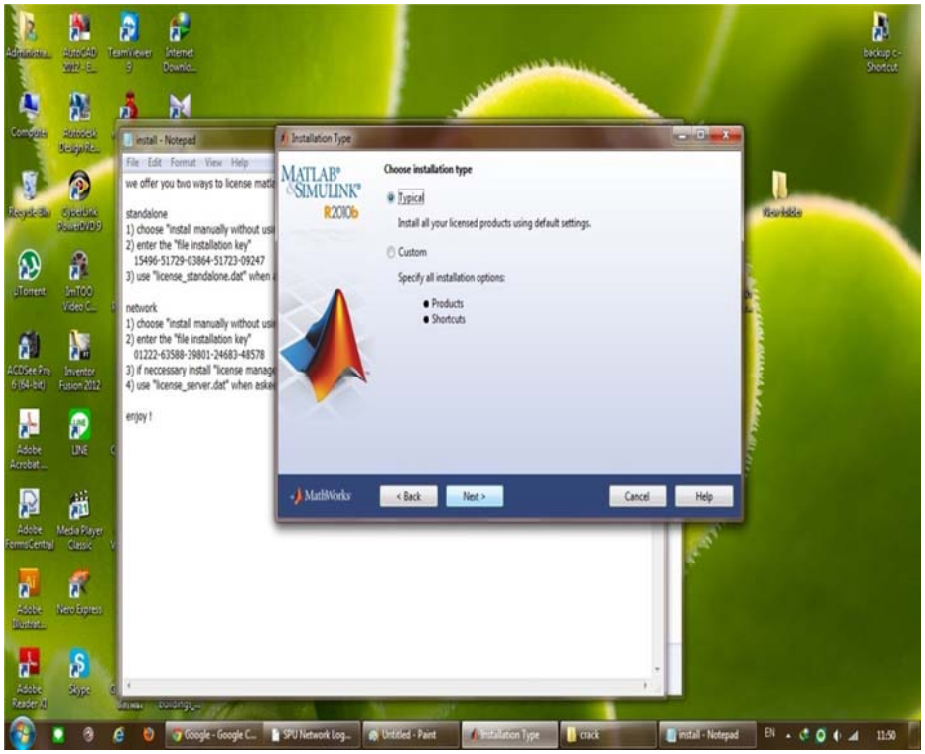
ภาพที่ 3.2 Install Using The Internet



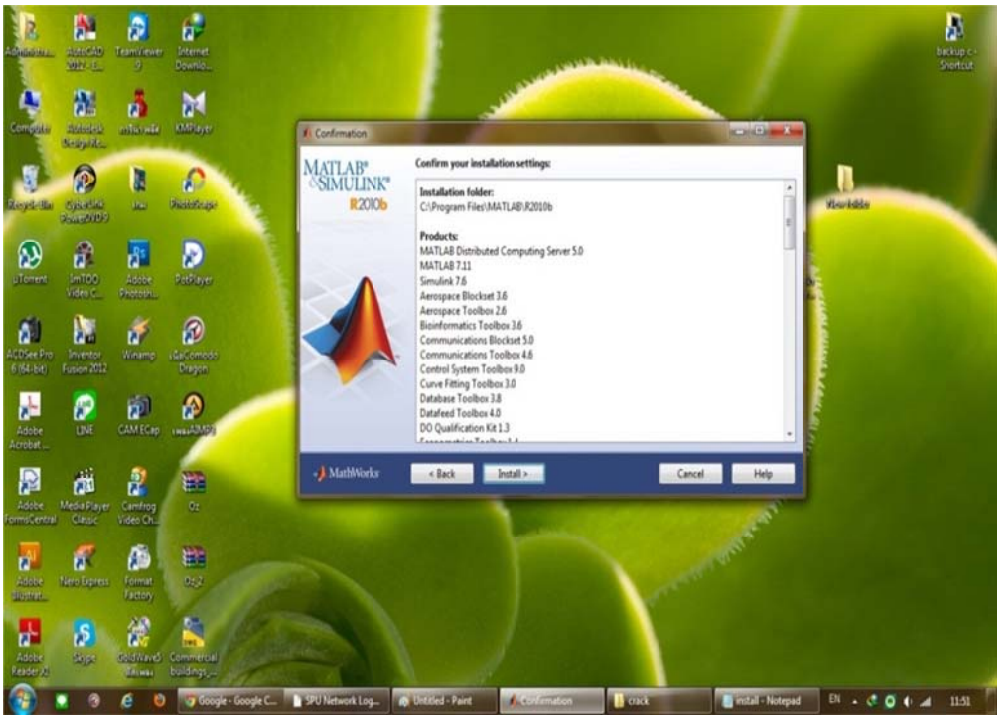
ภาพที่ 3.3 License Agreement



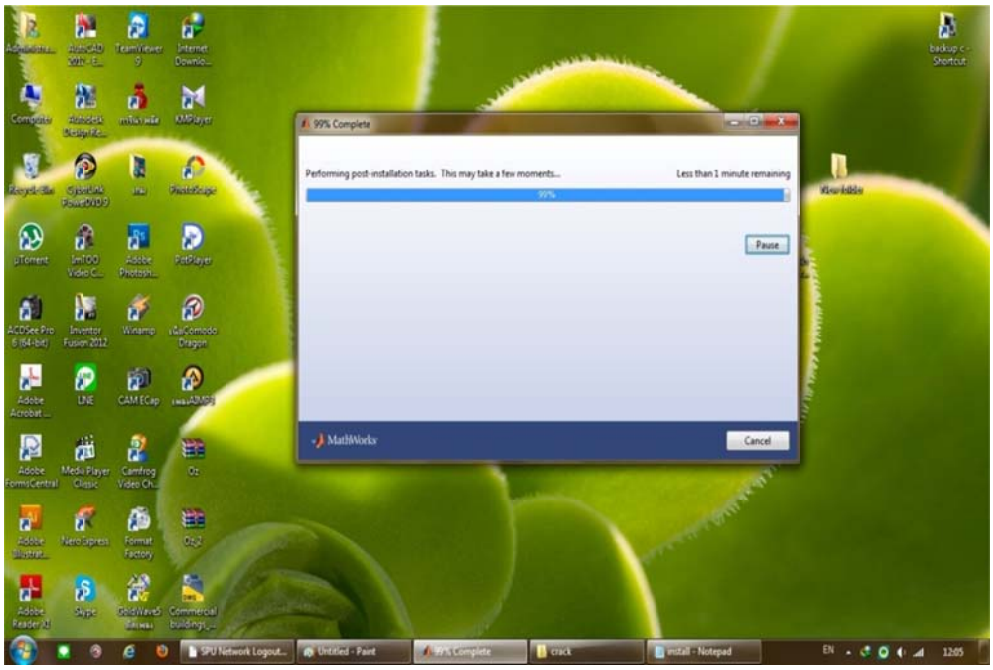
ภาพที่ 3.4 File Installation Key



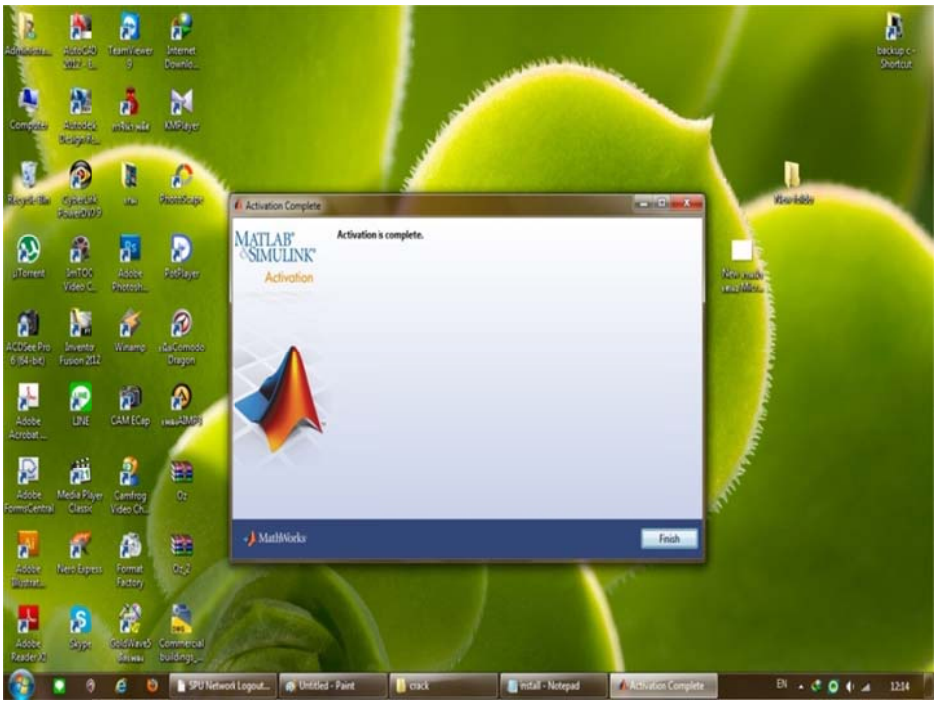
ภาพที่ 3.5 Installation Type



ภาพที่ 3.6 Confirmation



ภาพที่ 3.7 ระบบจะทำการติดตั้งโปรแกรม

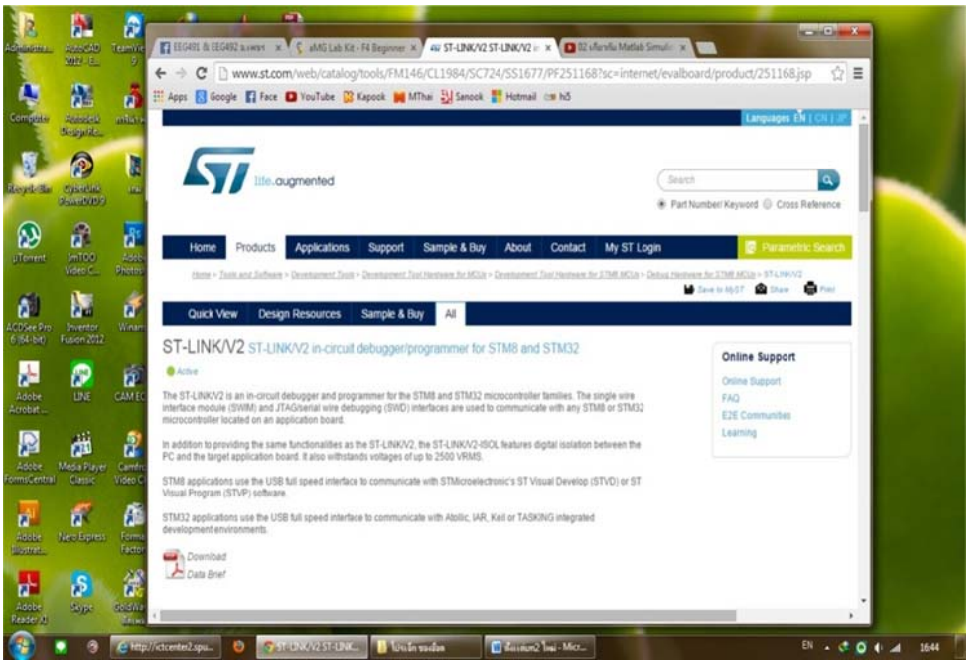


ภาพที่ 3.8 ติดตั้งโปรแกรม Matlab เสร็จสมบรูณ์

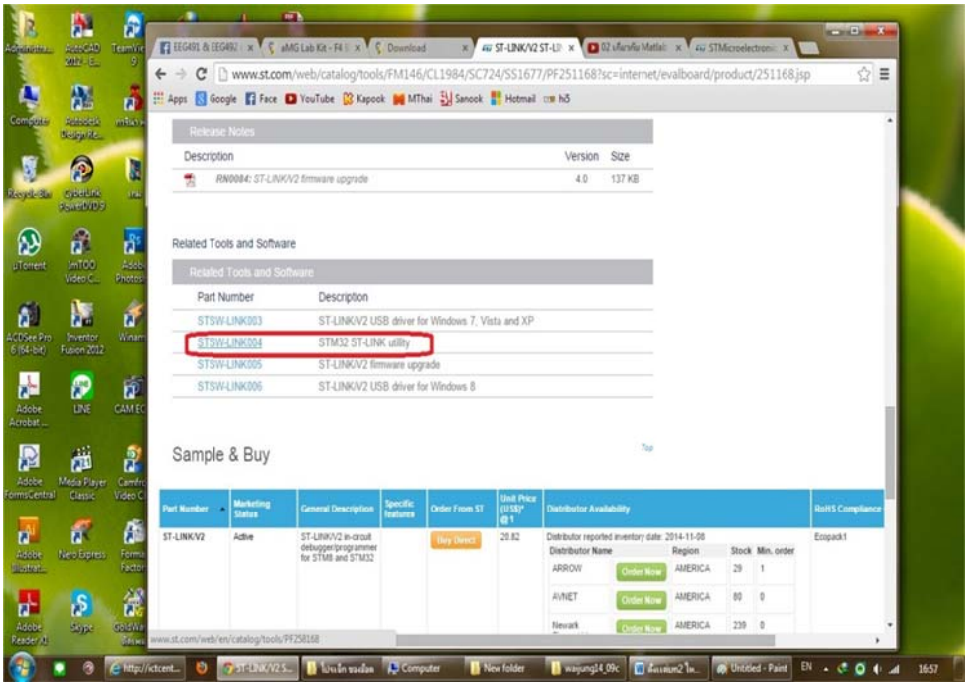
3.1.2 ST-LINK [8]

เป็นการดีบักเกอร์โปรแกรมตรวจสอบจุดบกพร่องหมายถึง โปรแกรมพิเศษที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้แก้ไขโปรแกรมโดยเฉพาะ โปรแกรมพิเศษที่มีมากับคอมไพเลอร์ ทำหน้าที่ช่วยโปรแกรมเมอร์หา และแก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรมคอมไพเลอร์ จะตรวจสอบข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ ก่อนที่โปรแกรมจะทำงานแต่ไม่ได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดทางตรรกะหรือตัวเลขในวงจรและโปรแกรมเมอร์สำหรับSTM8 และ STM32 ในตระกูลไมโครคอนโทรลเลอร์เดียวกัน อินเตอร์เฟซโมดูลสายเดียวและ JTAG อนุกรมการแก้จุดบกพร่องลวด (สวิตซ์ D) อินเตอร์เฟซที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ STM8 หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32 นอกจากการให้ฟังก์ชันการทำงานเช่นเดียวกับนอกจากนี้ยังทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 2500 VRMS

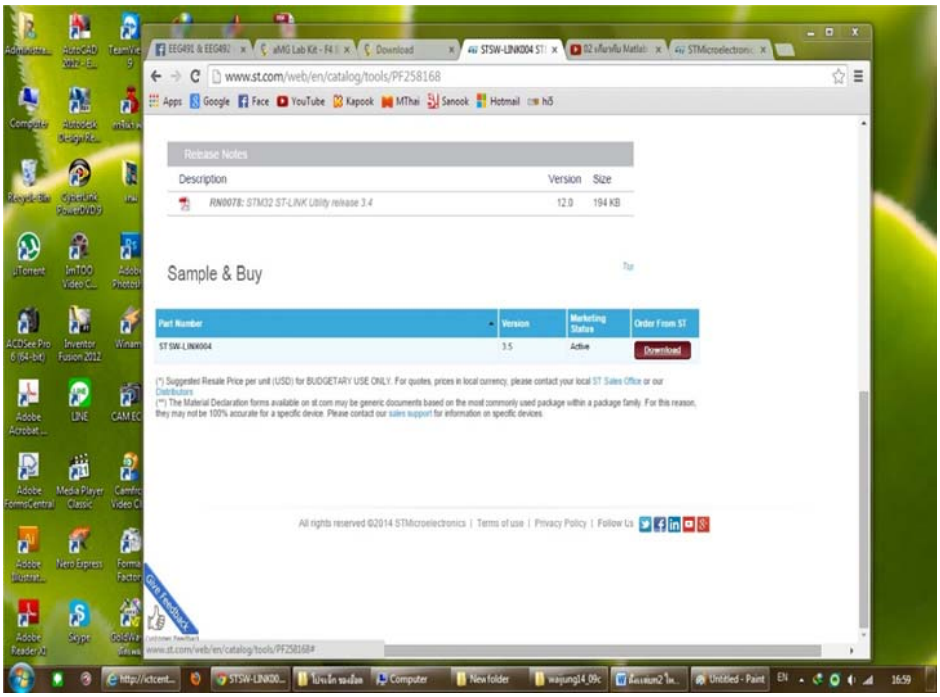
ขั้นตอนการลงไดเวอร์สำหรับเชื่อมต่อ ST-Link และ โปรแกรม ST-Link Utilities



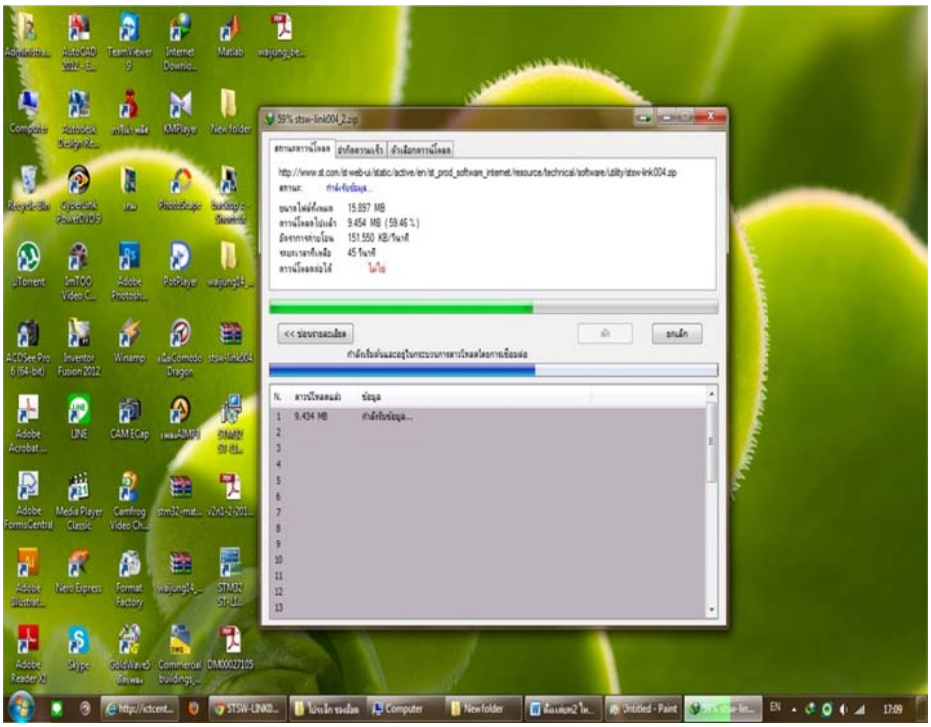
ภาพที่ 3.9 เว็บไซต์ของทางบริษัท WWW.ST.COM



ภาพที่ 3.10 Related Tools and Software



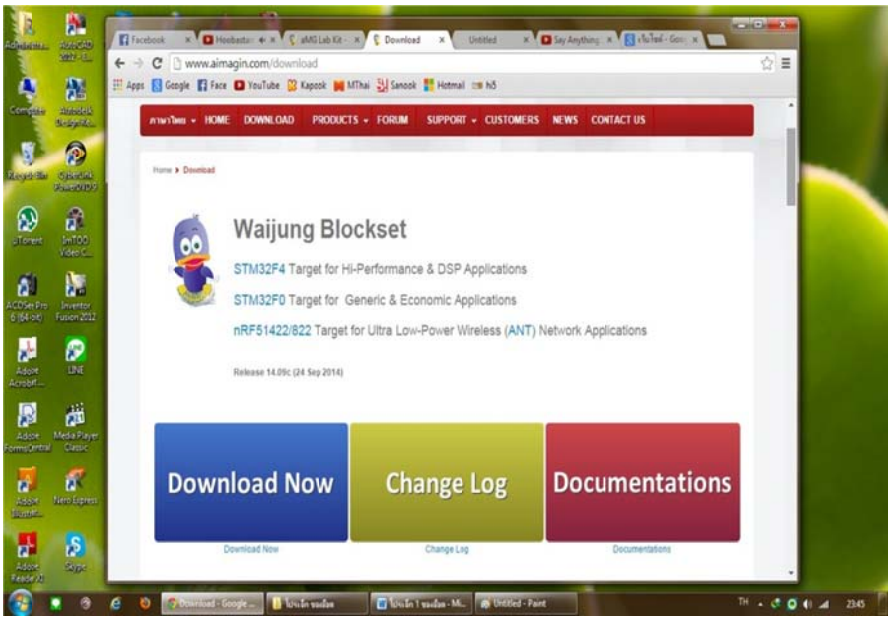
ภาพที่ 3.11 Download โปรแกรม



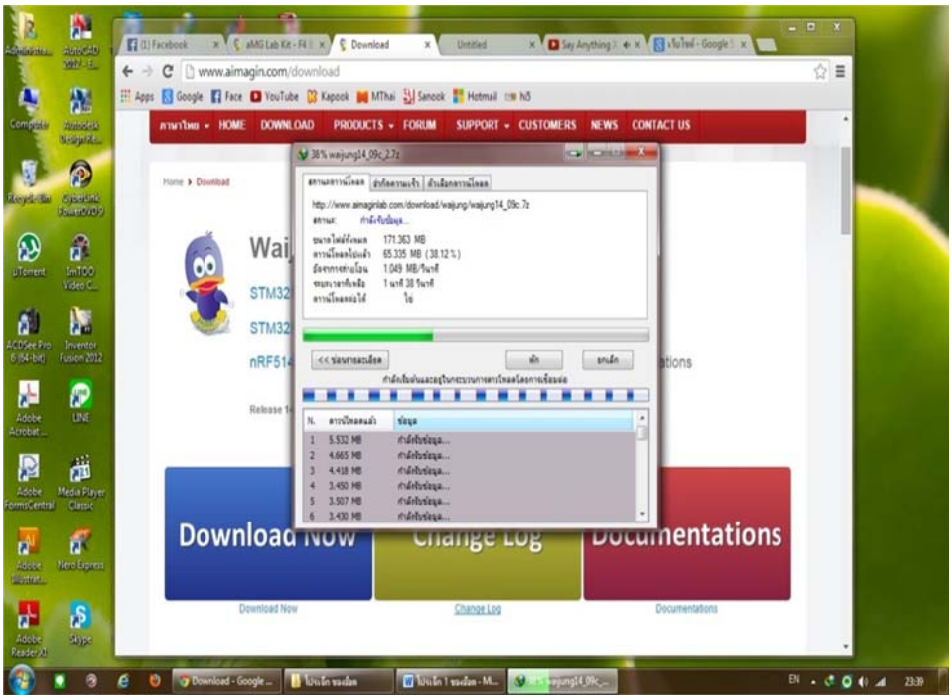
ภาพที่ 3.12 ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม

ภาพที่ 3.13 ติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

3.1.3 การลงโปรแกรม Waijung Blockset and STM32F4 Target [9]



ภาพที่ 3.14 โปรแกรม Waijung ในหน้าเว็บไซต์ของทางบริษัท



ภาพที่ 3.15 กระบวนการดาวน์โหลดและเชื่อมต่อ

ภาพที่ 3.16 ติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบรูณ์

ใบงานที่ 1

การทดลองแสดงผลผ่านจอ LCD

วัตถุประสงค์

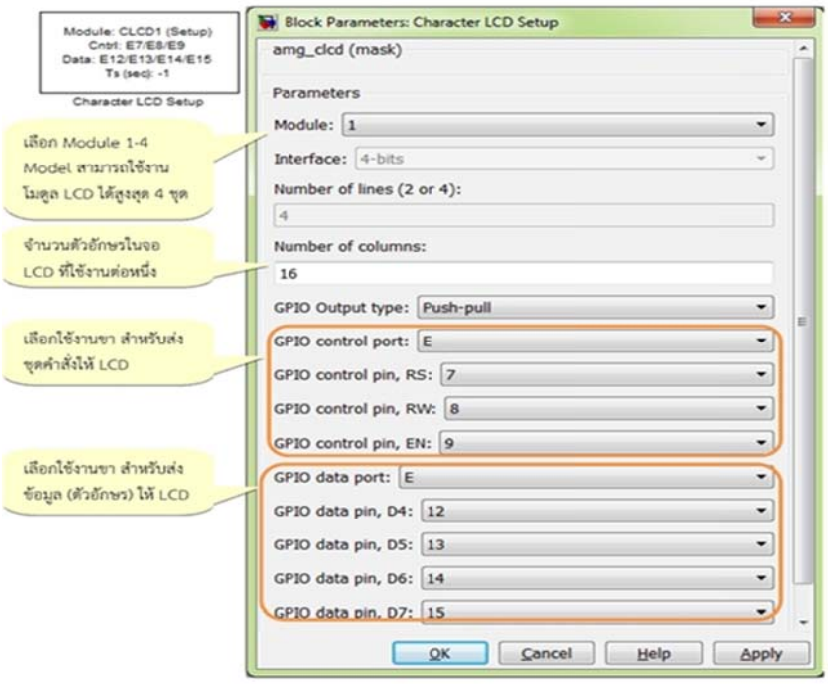
1. เพื่อให้ผู้ใช้งานเรียนรู้การใช้งาน Character LCD block สำหรับแสดงข้อความต่างๆ
2. เพื่อที่จะให้ LED แสดงผลตามที่ต้องการได้
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ LED รูปแบบอื่นๆได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดทดลอง STM32F4 Discover
3. สาย Link USB
4. จอแสดงผล LCD แบบตัวอักษร ขนาด 16 x 4

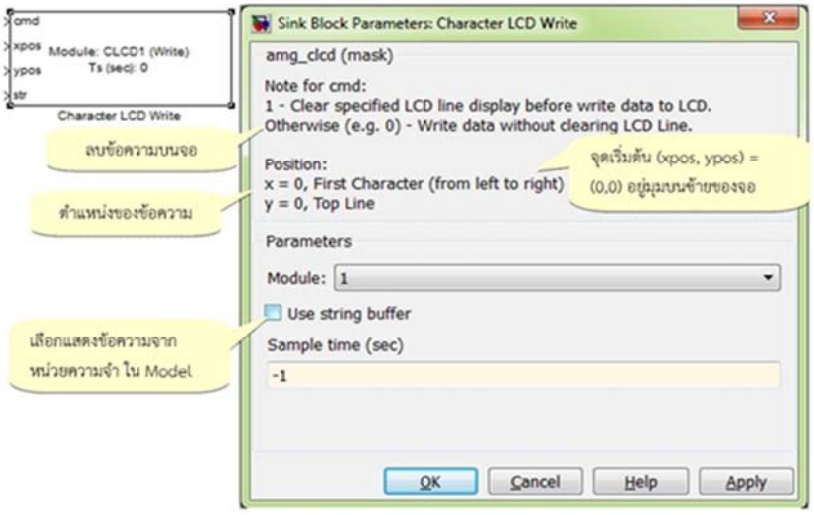
การทดลองแสดงข้อความ LCD สองบรรทัด

จอแสดงผล LCD ประกอบด้วยหน้าจอผลึกเหลวที่มีจุดภาพ หรือพิกเซลขนาดเล็กและส่วนควบคุมการแสดงผล (LCD คอนโทรลเลอร์) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน้าจอ เช่น ลบข้อความบนหน้าจอ เว้นบรรทัด ขึ้นบรรทัดใหม่ และควบคุมการเปิด-ปิดของพิกเซลเพื่อแสดงเป็นตัวอักษรหรือรูปภาพ ลักษณะตัวอักษรและภาษา ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต LCD คอนโทรลเลอร์ เช่น HD44780 จากบริษัท Hitachi สามารถรองรับภาษาอังกฤษและญี่ปุ่น เป็นต้น จอแสดงผล LCD ที่ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งตามลักษณะของพิกเซลได้สองชนิด คือแบบตัวอักษร และแบบรูปภาพ ใน Waijung Blockset มี Block ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโมดูล Aimagin CLCD2 ซึ่งอยู่ใน library:WaijungBlockset / Hardware Modules / Character LCD มีดังนี้ Character LCD Setup Block ในภาพที่ 3.17ทำหน้าที่ตั้งค่าการใช้งาน STM32F4 Discover กับโมดูล LCD โดยผู้ใช้สามารถเลือกขาสำหรับส่งคำสั่ง และข้อความไปยังโมดูล LCD



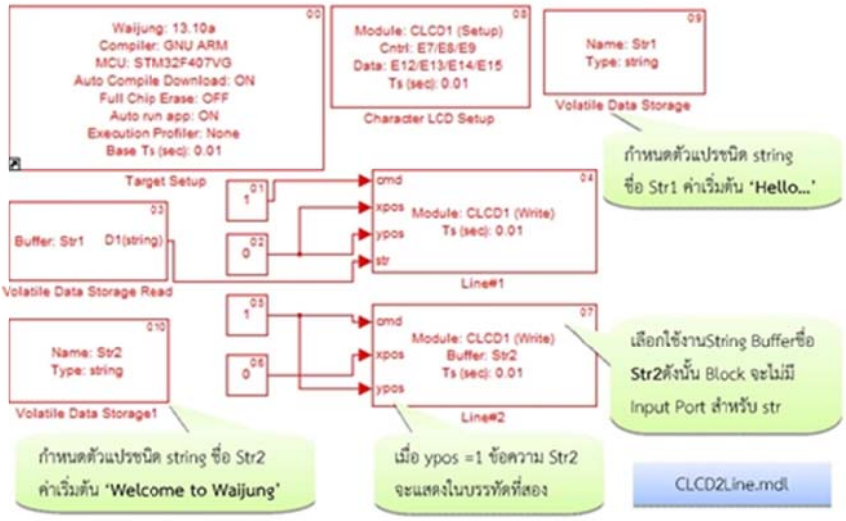
ภาพที่ 3.17 ลักษณะและการตั้งค่าของ Character LCD Setup Block

Character LCD Write Block ในภาพที่ 3.18 ทำหน้าส่งข้อความและตำแหน่งที่จะแสดงข้อความไปยังโมดูล LCD สำหรับตำแหน่งที่จะแสดงข้อความ จะถูกระบุด้วยพิกัด (xpos, ypos) โดยจุด (0, 0) จะอยู่มุมบนซ้ายของหน้าจอเป็นจุดเริ่มต้น และจุดพิกัด (15, 3) จะอยู่มุมล่างขวาซึ่งเป็นจุดสุดท้าย เป็นต้น



ภาพที่ 3.18 ลักษณะและการตั้งค่าของ Character LCD Write Block

Character LCD Write Block มีอินพุตสำหรับข้อความสำหรับแสดงผล ซึ่งเป็นตัวแปรชนิด String Simulink Model ดังภาพที่ 3.19 ใช้สำหรับแสดงข้อความผ่าน LCD สองบรรทัด โดยใช้ Volatile Data Storage Block ซึ่งอยู่ใน Library: Simulink / Misc / Data Storage

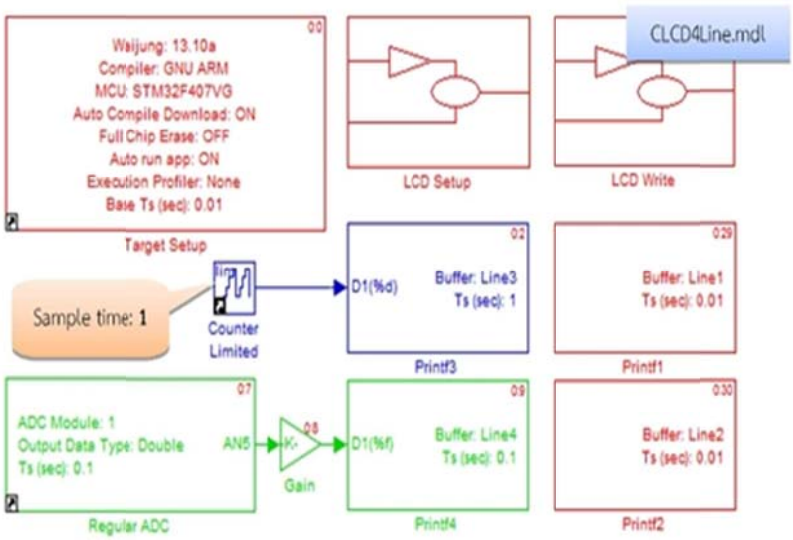


ภาพที่ 3.19 Simulink Model สำหรับแสดงข้อความผ่าน LCD สองบรรทัด

การทดลองแสดงข้อความ LCD สี่บรรทัด

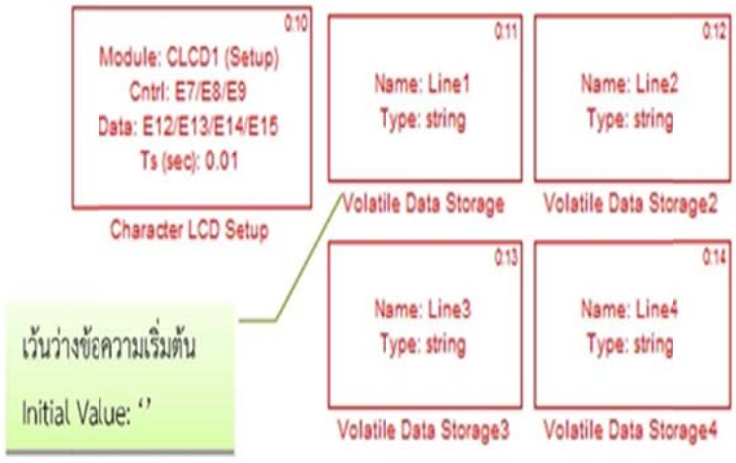
การทดลองที่ผ่านมาจะแสดงข้อความแบบกำหนดไว้คงที่ ซึ่งผู้ใช้ต้องแก้ไขในโมเดลและดาวน์โหลดใหม่อีกครั้ง หากต้องการแสดงผลข้อมูลที่การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น การนับจำนวนนับเวลา หรือการอ่านจากเซนเซอร์ไม่สามารถใช้กับ Character LCD WriteBlock ได้โดยตรงเนื่องจากชนิดของตัวแปร ซึ่งอยู่ใน Library: WaijungBlockset / Miscใช้ทำหน้าที่แปลงข้อมูลตัวเลข เช่น เลขทศนิยม หรือจำนวนเต็มต่างๆให้เป็นข้อมูลชนิดสตริง เพื่อนำไปแสดงผลผู้ใช้งาน สามารถดูตัวอย่างการใช้งาน ใน Simulink Model ดังภาพที่ 3.20 โดยตั้งค่าดังนี้

- Printf1 Block, printf format: Hello…
- Printf2 Block, printf format: Waijung Tutorial
- Printf3 Block, printf format: Index: %d
- Printf4 Block, printf format: AN5 Value: %1.3f



ภาพที่ 3.20 Simulink Block สำหรับแสดงข้อความผ่าน LCD สี่บรรทัด

ในโมเดลประกอบด้วยซับซิสเทมเพื่อทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้น สำหรับการใช้งานจอ LCD และแสดงข้อความ ดังภาพที่ 3.21



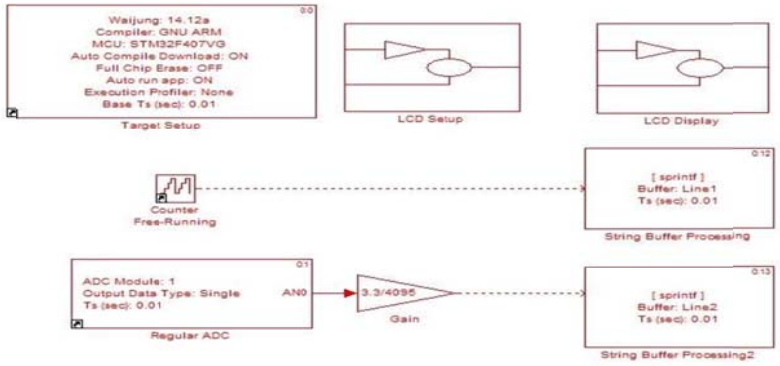
ภาพที่ 3.21 ซับซิสเทมบล็อก สำหรับตั้งค่าใช้งานเริ่มต้น CLCD และกำหนดตัวแปรแบบสตริง

ขั้นตอนการทดลอง

1 เปิดโปรแกรม Matlab Simulink

2. เปิดไฟล์ตามหัวข้อ 3.2 การใช้งานโปรแกรม

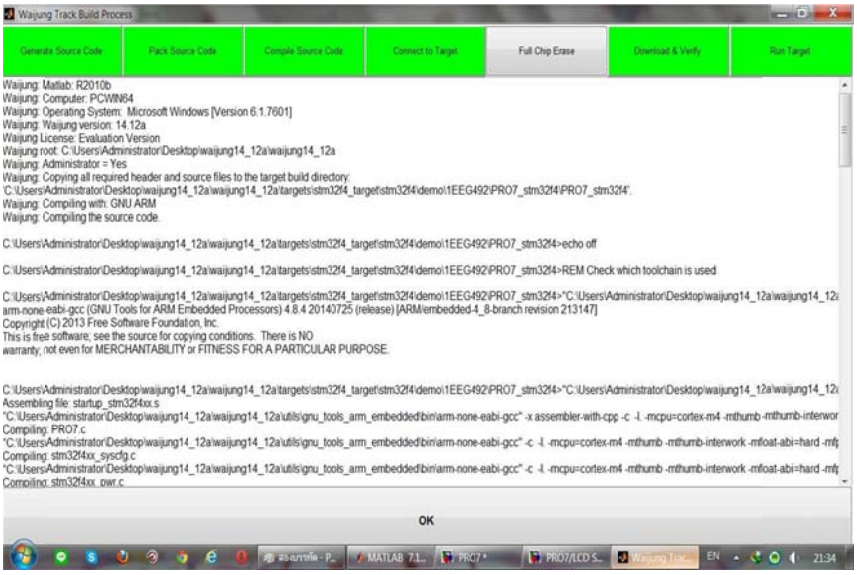
ตัวอย่างการใช้งานแสดงผล LCD แบบสองบรรทัด



ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างการใช้งานจอแสดงผล LCD แบบสองบรรทัด

3. ทำการ Compileโปรแกรม

4. Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 3.23 Download Program ลงชุดทดลอง

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ให้หักศึกษาแสดงจอแสดงผล LCD สี่บรรทัด ตามคำสั่งต่อไปนี้

บรรทัดที่1 ชื่อ-นามสกุล

บรรทัดที่ 2 วิชาเรียน

บรรทัดที่ 3 คณะ

บรรทัดที่ 4 มหาวิทยาลัย

เมื่อไม่ใช้สตริงบัฟเฟอร์ ผู้ใช้งานต้องเพิ่มหน่วยความจำแบบลบเลือนได้เพื่ออะไร

ให้นักศึกษาอธิบายหลักในการทำงานของจอแสดงผล LCD

ให้นักศึกษาวาดซับซิสเทมบล็อก สำหรับแสดงข้อความผ่าน LCD สี่บรรทัด

ใบงานที่ 2

การขับ การทดลองควบคุม RC Servo

วัตถุประสงค์

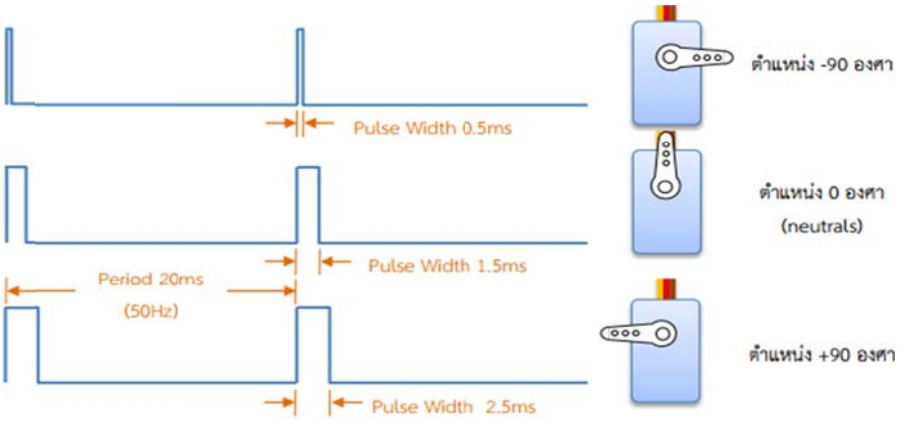
1. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมตำแหน่งของ RC Servo โดยใช้ Basic PWM Block ได้
2. เพื่อให้ผู้ใช้เลือก % Duty Cycle ผ่าน Dip สวิตซ์ได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดทดลอง STM32F4 Discover
3. มอเตอร์ RC Serve รุ่น SG90
4. สาย Link USB

การขับ การทดลองควบคุม RC Servo

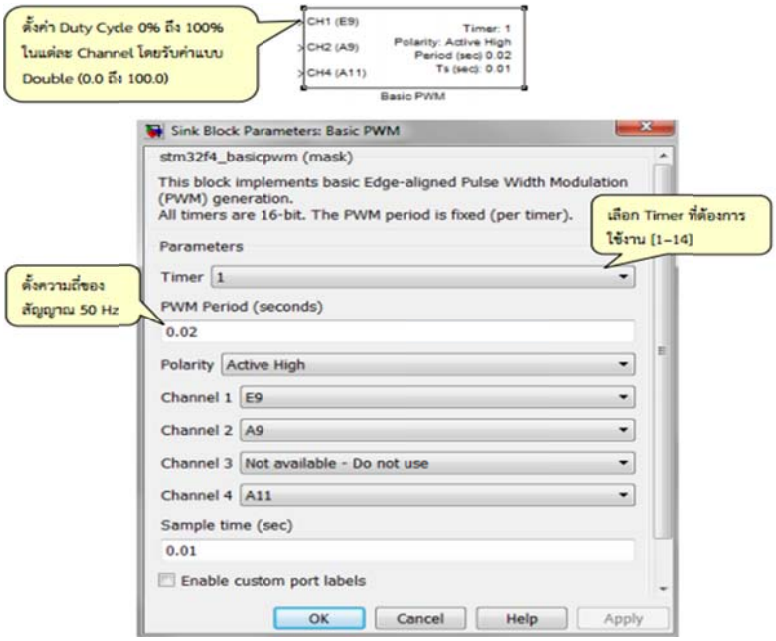
RC Servo รับสัญญาณดิจิตอลเพื่อปรับมุมองศาของแกน โดยมีลักษณะของสัญญาณเรียกว่าการปรับความกว้างของพัลซ์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน(PWM) ชุดควบคุมตำแหน่งของ RC Servo จะตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณอยู่ในสถานะ ON หรือ ความกว้างของพัลซ์แล้วปรับตำแหน่งตามที่ผู้ผลิต RC Servo โปรแกรมไว้แสดงความกว้างโดยประมาณของสัญญาณ ON สำหรับควบคุมตำแหน่งของ RC Servo รุ่น SG90 โดยสัญญาณมีค่า 20 ms หากใช้งาน RC Servo รุ่นอื่นๆ ผู้ใช้งานควรศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมจากดาต้าชีฟ เช่นระดับแรงดันของสัญญาณ PWM และ ความกว้างของสัญญาณการปรับความกว้างของพัลซ์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน



ภาพที่ 3.24 ความกว้างของสัญญาณ ON หรือ %Duty Cycle

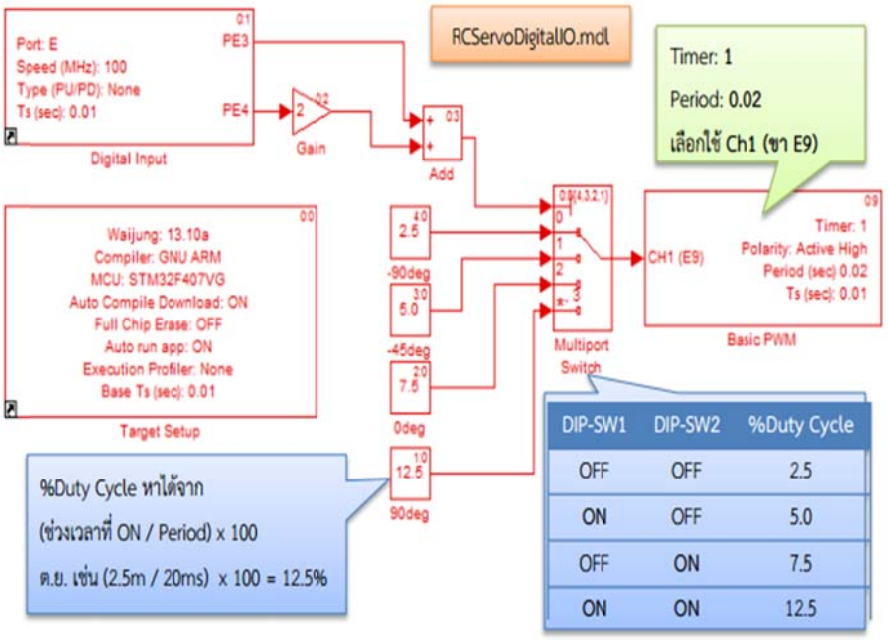
วิธีการใช้งาน Basic PWM Block

ในบทดิจิตอล อินพุทและเอาท์พุทแสดงการใช้งาน Pulse Generator Block สำหรับสร้างสัญญาณ PWM ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตั้งค่า %Duty Cycle ภายใน Block ได้เท่านั้น ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีใช้งาน Basic PWM Block ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM โดยใช้ Timer ของ STM32F4 Discover ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งาน Timer และ Channel สำหรับส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ภายนอก เช่น RC Servo หรือชุดควบคุม DC Motor และกำหนด %Duty Cycle ผ่าน Simulink Model ได้สำหรับ Basic PWM Block อยู่ใน Simulink library >> Waijung Blockset >> STM32F4 target >> On Peripheral Chip >> TIM โดยมีลักษณะและคุณสมบัติดังนี้



ภาพที่ 3.25 ลักษณะและการตั้งค่าของ Basic PWM Block

การทดลองควบคุมตำแหน่ง RC Servo ด้วย Dip สวิตซ์



ภาพที่ 3.26 Simulink Model ควบคุมตำแหน่งของ RC Servo ด้วยสวิตซ์แบบ Dip สวิตซ์

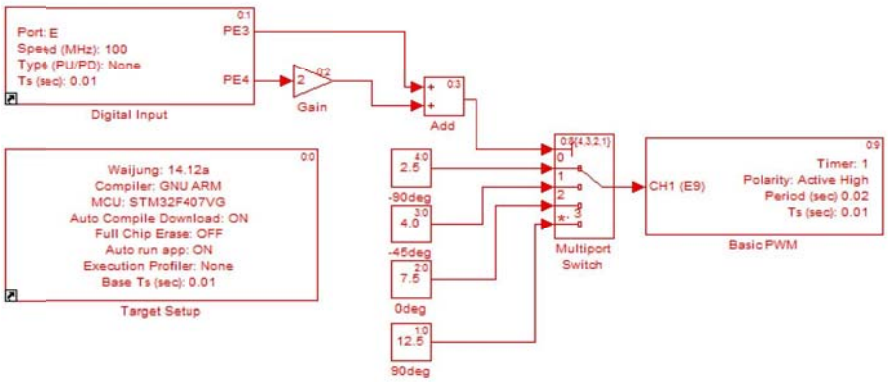
ภาพที่ 3.26 แสดง Simulink Model สำหรับควบคุมตำแหน่งของ RC Servo ด้วย Dip สวิตซ์โดยใช้ Digital Input Block อ่านค่าสัญญาณจากสวิตซ์ Dip-สวิตซ์ 1 และ Dip-สวิตซ์ 2 ซึ่งต่อกับขา PE3 และ PE4 ตามลำดับ สัญญาณที่ได้จะแปลงเป็นเลขฐานสิบ (ระหว่าง 0 ถึง 3),มัลติพอร์ตสวิตซ์จะเลือกค่า % Duty Cycle ตาม ที่ได้รับและส่งไปยัง Basic PWM Block

- เมื่อ Download โปรแกรมลงใน STM32F4 Discover สัญญาณ PWM จะส่งไปยัง RC Servo จึงทำให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งตาม % Duty Cycle ของสัญญาณ PWM
- เมื่อ DIP-สวิตซ์ ทุกตัวอยู่ในตำแหน่ง OFF จะหมุนไปที่ตำแหน่ง -90 องศา
- เมื่อ DIP-สวิตซ์ ทุกตัวอยู่ในตำแหน่ง ON จะหมุนไปที่ตำแหน่ง +90 องศา
- เมื่อ DIP-สวิตซ์ 1 ที่ตำแหน่ง ON มอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง -45 องศา
- เมื่อ DIP-สวิตซ์ 2 ที่ตำแหน่ง ON มอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา หรือจุดเริ่มต้น

ขั้นตอนการทดลอง

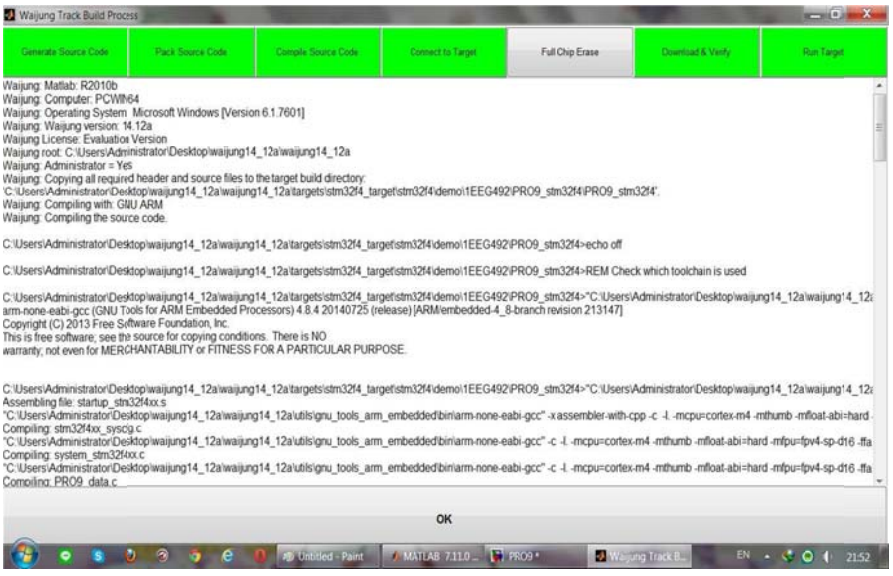
1. เปิดโปรแกรม Matlab Simulink
2. เปิดไฟล์ตามหัวข้อ 3.3 การใช้งานโปรแกรม

ตัวอย่าง การทดลองการขับ RC Servo Motot



ภาพที่ 3.27 ตัวอย่าง การทดลองการขับ RC Servo Motot

3. ทำการ Compileโปรแกรม
4. Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 3.28 Download Program ลงชุดทดลอง

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ถ้านักศึกษาต้องการให้ RC Servo อยู่ในตำแหน่ง 0 องศา (Pulse Width = 1.5ms) ควรส่งสัญญาณ PWM ด้วย % Duty Cycle เท่าไร หากสัญญาณ มีความถี่ 60 Hz

ให้นักศึกษาวาดรูปแสดงความกว้างของสัญญาณ ON หรือ % Duty Cycle สำหรับควบคุมตำแหน่งของ RC Servo

ใบงานที่ 3

การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD

วัตถุประสงค์

1. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากช่องรับสัญญาณอนาล็อกจำนวน 10 ช่องสัญญาณ
2. อ่านค่าแรงดัน 10 ช่องสัญญาณและแสดงค่าผ่าน LCD
3. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณและแสดงผ่านจอ LCD
4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบอื่นๆได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดทดลอง STM32F4 Discover
3. จอแสดงผล LCD แบบตัวอักษร ขนาด 16 x 4
4. สาย Link USB

การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD

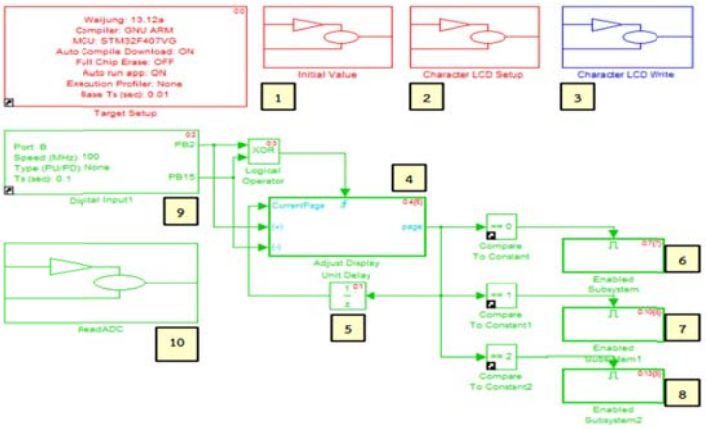
ภาพที่ 3.29 Simulink Model สำหรับการอ่านค่าแรงดัน 10 ช่องสัญญาณและแสดงค่าผ่าน LCD ภายในโมเดลประกอบด้วยซับซิสเทม หลายชุดซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ซับซิสเทม ใช้กำหนดตัวแปรเพื่อเก็บค่าแรงดันที่อ่านได้ 10 ช่องสัญญาณ
2. ซับซิสเทม ตั้งค่าการใช้งานจอแสดงผล LCD
3. ซับซิสเทม สำหรับแสดงข้อความและค่าที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล LCD
4. ซับซิสเทม สำหรับปรับเลขหน้าของจอแสดงผล LCD (page = 0 ถึง 2) โดยรับสัญญาณอินพุตจากสวิตซ์ปุ่มกด
5. เลขหน้าปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับอัพดาต้าเลขหน้า หลังจากมีการกดสวิตซ์
6. ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 1 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 0-3
7. ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 4-7

8. ซับซิสเทม สำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 8-9

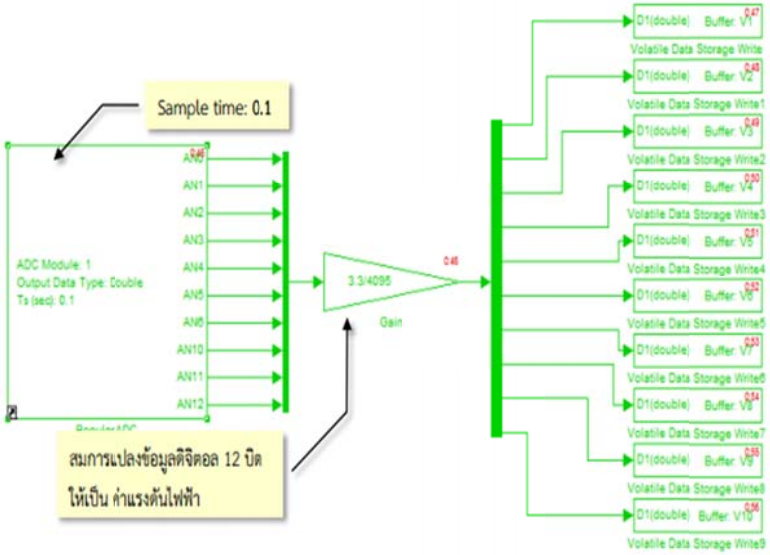
9. รับสัญญาณดิจิตอลอินพุตจากสวิตซ์ 1 และ สวิตซ์ 2

10. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากช่องรับสัญญาณอนาล็อก จำนวน 10 ช่องสัญญาณ



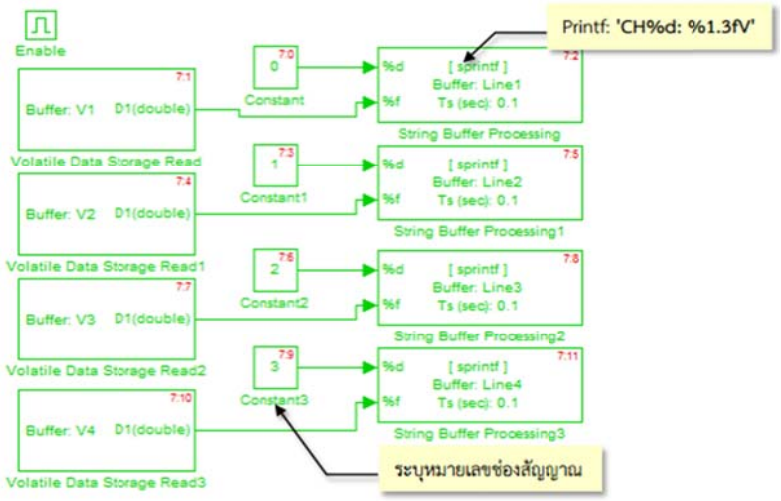
ภาพที่ 3.29 Simulink Model สำหรับอ่านค่าแรงดัน 10 ช่องสัญญาณและแสดงค่าผ่าน LCD

เมื่อดาวน์โหลดโมเดลลงใน STM32F4 Discover บอร์ดจะเริ่มทำการอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าทั้ง 10 ช่องทุกๆ 0.1 วินาที ดังภาพที่3.30 และนำค่าที่อ่านได้เก็บในตัวแปรทั้ง 10 ตัว (V1, V2, …, V10)



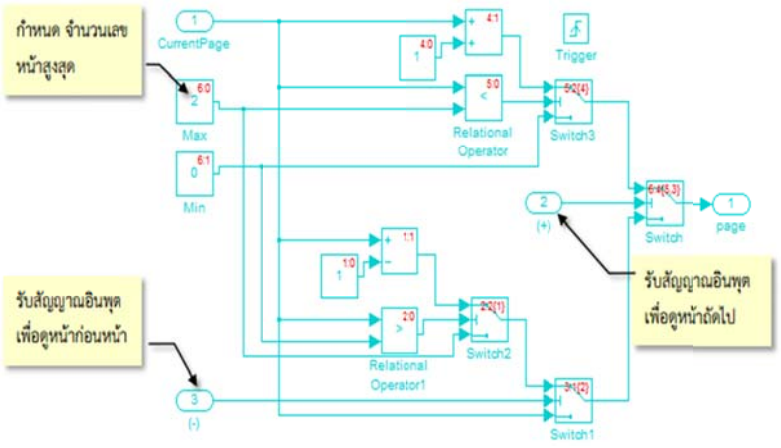
ภาพที่ 3.30 ซับซิสเทมสำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากช่องรับสัญญาณอนาล็อก

เนื่องจากมีข้อมูลมากเกินกว่าให้จอแสดงผล LCD หนึ่งหน้าแสดงทั้งหมดได้ ดังนั้นจึงใช้ซับซิสเทมย่อย เพื่อแบ่งการแสดงค่าแรงดันที่อ่านได้ ภาพที่ 3.31 เป็นตัวอย่างของซับซิสเทมสำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 1 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 0-3 สำหรับการแสดงผลหน้าอื่นๆ ผู้ใช้งานต้องระบุหมายเลขช่องสัญญาณให้ตรงกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ในแต่ละช่องสัญญาณ



ภาพที่ 3.31 ซับซิสเทมสำหรับแสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 1 แสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 0-3

ภาพที่ 3.32 แสดงภายในซับซิสเทม สำหรับปรับเลขหน้าของจอแสดงผลรับสัญญาณอินพุตจากสวิตซ์ปุ่มกดสองพอร์ตเพื่อดูหน้าถัดไปและดูหน้าก่อนหน้า หากไม่มีการกดปุ่มใดซับซิสเทมตัวนี้จะไม่ทำงาน

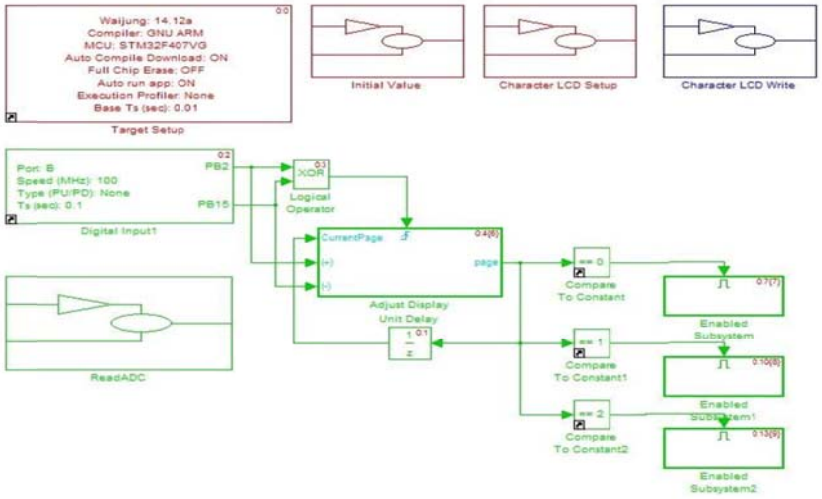


ภาพที่ 3.32 ซับซิสเทมสำหรับปรับเลขหน้าของจอแสดงผล LCD

ขั้นตอนการทดลอง

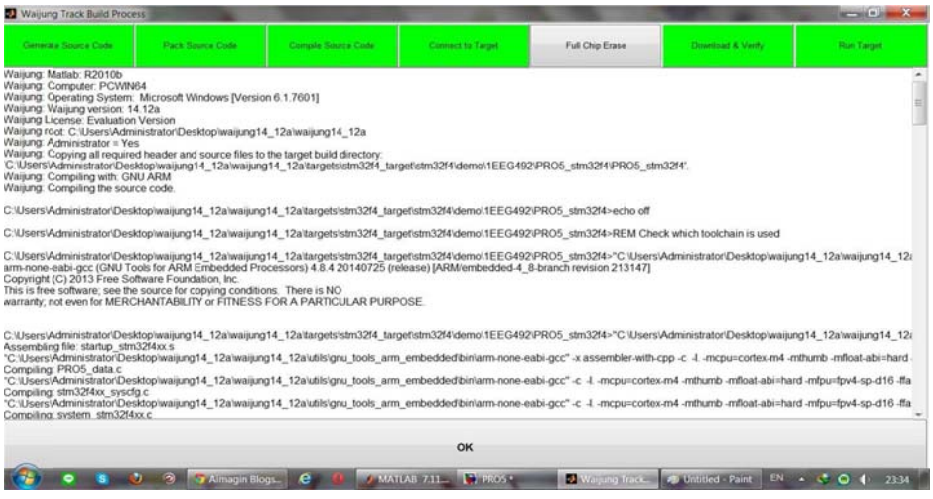
1. เปิดโปรแกรม Matlab Simulink
2. เปิดไฟล์ตามหัวข้อ 3.4 การใช้งานโปรแกรม

ตัวอย่าง การใช้งานอนาล็อก 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD



ภาพที่ 3.33 ตัวอย่าง การใช้งานอนาล็อก 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD

3. ทำการ Compileโปรแกรม
4. Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 3.34 Download Program ลงชุดทดลอง

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ให้นักศึกษาวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณบันทึกค่าผ่านจอ LCD

ใบงานที่ 4

การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้กำหนดจำนวนข้อมูลของดาต้า บิต
2. เพื่อที่จะเรียนรู้การเชื่อมต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบ UART
3. เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจการส่งข้อมูลแบบไลบรารีและรหัส ASCII
4. เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจโหมดการทำงานของ UART Tx Block ที่มี Packet Mode แบบต่างๆ ได้
5. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบอื่นๆได้

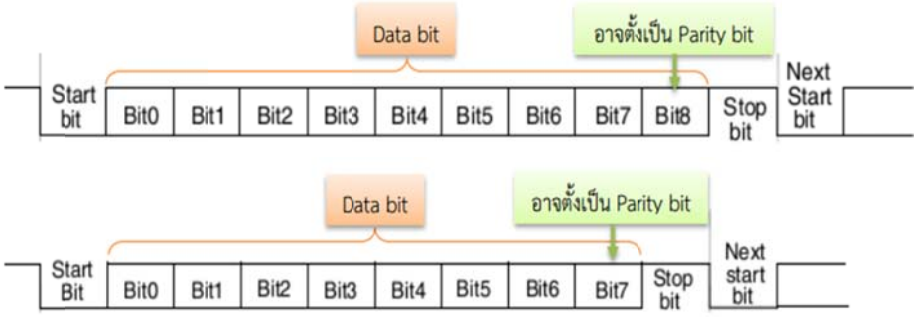
อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดทดลอง STM32F4 Discover
3. บอร์ด Aimagin USB Converter-N-Adapter โดยใช้ไอซี FT2232H
4. สาย Link USB

การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

UART ย่อมาจากคำว่า (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) เป็นการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์, RFID, GPS, GSM Module, WiFi Module เป็นต้น ข้อดีของการใช้อะซิงโครนัสคือสามารถสื่อสารแบบ ฟูลดูเพล็กซ์กล่าวคือสามารถรับและส่งข้อมูลระหว่างรีซิฟเวอร์และทรานสมิตเตอร์ ได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ไม่ต้องใช้สายสัญญาณ Clock เพื่อกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่มีการกำหนดรูปแบบฟอร์แมตหรือโปรโตคอล การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทนและอาศัยการกำหนดความเร็วของการรับส่งข้อมูลให้เท่ากัน

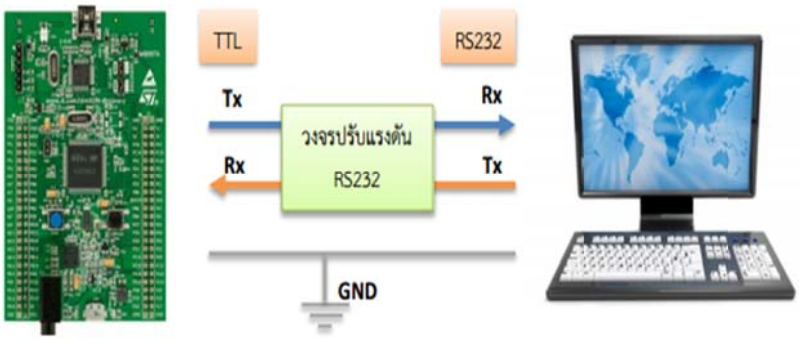
ตารางที่ 3.1 รูปแบบการสื่อสารแบบ UART



จากตารางที่ 3.1 แสดงรูปแบบการสื่อสารของ UART โดยผู้ใช้ต้องกำหนดคุณสมบัติเหล่านี้ให้เหมือนกันทั้งฝั่งรีซีฟเวอร์และทรานสมิตเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย

- Start Bit เป็นสถานะ Low
- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดจำนวนข้อมูลของดาต้า บิต ให้เป็น 8 หรือ 9 บิต
- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดชนิดของไบลนารี บิต
- Stop Bit มีจำนวน 0.5, 1, 1.5 หรือ 2 บิต

จากภาพที่ 3.35 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ ขาทรานสมิตเตอร์ ดาต้า (Tx) ของทรานสมิตเตอร์ จะเชื่อมต่อกับขารีซีฟเวอร์ ดาต้า (Rx) ของรีซีฟเวอร์ เพื่อส่งข้อมูลไปยังรีซีฟเวอร์ขา Rx ของทรานสมิตเตอร์ เชื่อมต่อกับขา Tx ของรีซีฟเวอร์เพื่อรับข้อมูลจากรีซีฟเวอร์ และขากราวด์ของอุปกรณ์ทั้งสองควรต่อด้วยกัน ถ้าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมีระดับแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ผู้ใช้งานควรเพิ่มวงจรปรับแรงดันของสัญญาณ เช่น IC เบอร์ MAX232 เป็นต้น

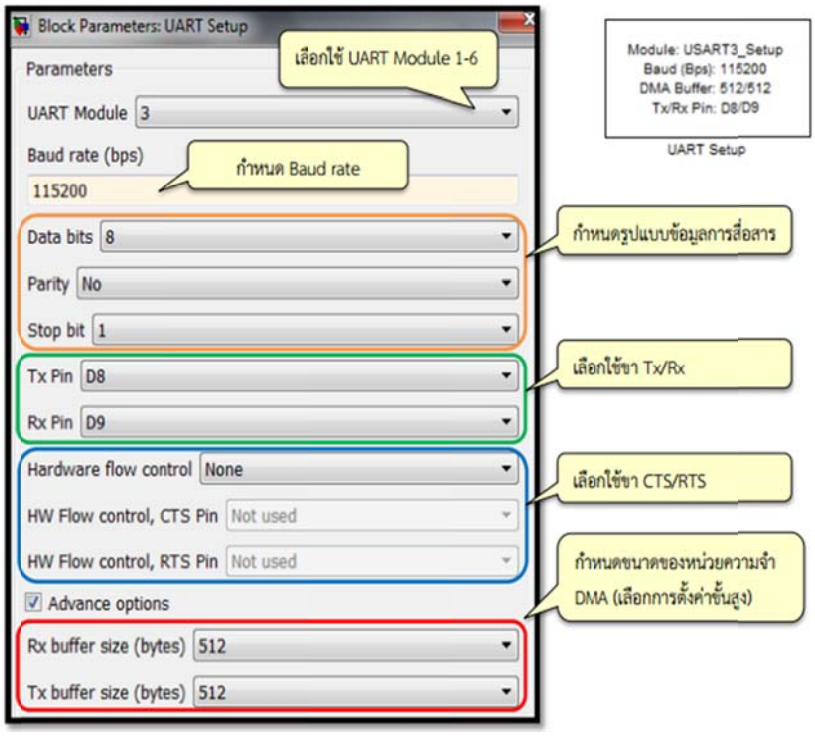


ภาพที่ 3.35 การเชื่อมต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบ UART

สำหรับบล็อกเซ็ตที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลด้วย UART ของบอร์ด STM32F4 Discover นั้นอยู่ใน Simulink library >> Waijung Blockset >> STM32F4 target >> On Peripheral Chip >> UART ซึ่งประกอบด้วย UART Setup, UART Tx และ UART Rx Block เพื่อให้ STM32F4 Discover สามารถใช้งาน UART ได้ ผู้ใช้งานต้องใส่ UART Setup Block ใน Simulink Model ซึ่ง Block จะหน้าที่

1. เปิดการใช้งาน GPIO Clock สำหรับขาสัญญาณ Tx, Rx, RTS และ CTS.
2. การตั้งค่าของขา STM32F4 ให้เป็นขาสำหรับ Tx, Rx, RTS และ CTS.
3. เลือกใช้ UART Module Clock
4. ตั้งค่าการใช้งาน UART
5. เปิดการใช้งาน DMA clock
6. การตั้งค่าใช้งานในหน่วยความจำโดยตรงสำหรับรับ-ส่งข้อมูล

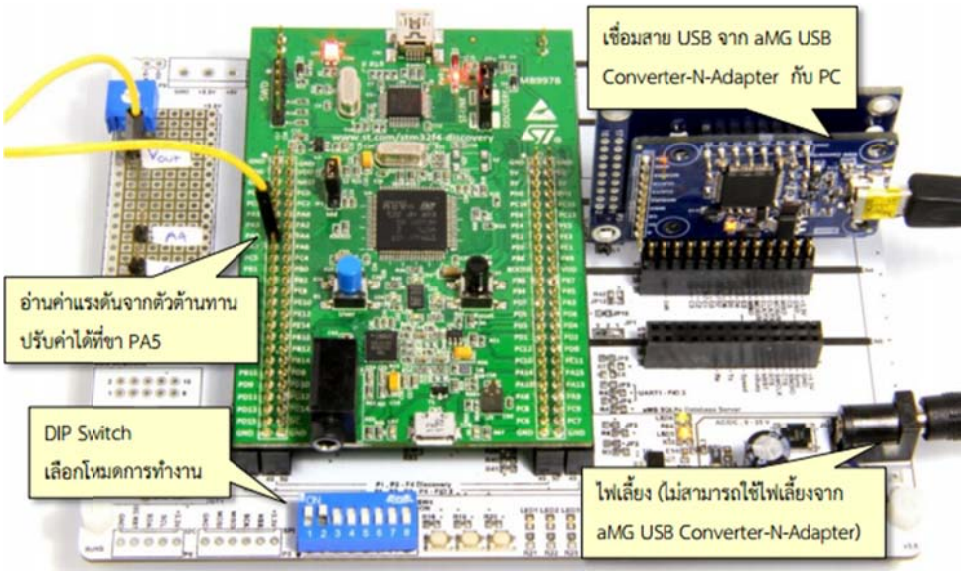
โดย UART Setup Block มีลักษณะและคุณสมบัติดังภาพที่ 3.36 ซึ่งเป็นตัวอย่างการเลือกใช้ UART Module 3 เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม โดยให้ขา PD8/PD9 เป็นขา Tx/Dx ตามลำดับ ความเร็วการส่งข้อมูล 115200 bps และมีรูปแบบการสื่อสาร ดาต้า 8 บิต, ไม่ใช้แพริตีบิต



ภาพที่ 3.36 ลักษณะและการตั้งค่าการใช้งาน UART Setup Block

การทดลองใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

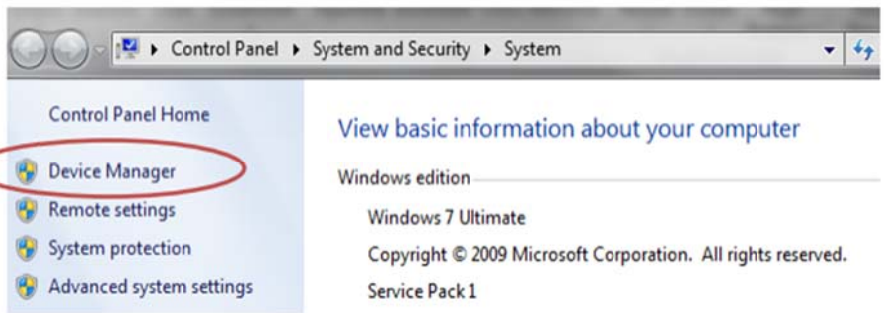
ในส่วนนี้จะแนะนำบอร์ด Aimagin USB Converter-N-Adapter โดยใช้ไอซี FT2232H แปลง USB 2.0 High Speed (480Mb/s) เป็น UART/FIFIO ได้สองช่องเนื่องจากมีการรับข้อมูลด้วยความเร็วสูงจึงเหมาะสำหรับการใช้งานแบบการจำลองฮาร์ดแวร์ภายในลูป (HIL)



ภาพที่ 3.37 ส่งข้อความจาก STM32F4 Discover ไปยังคอมพิวเตอร์

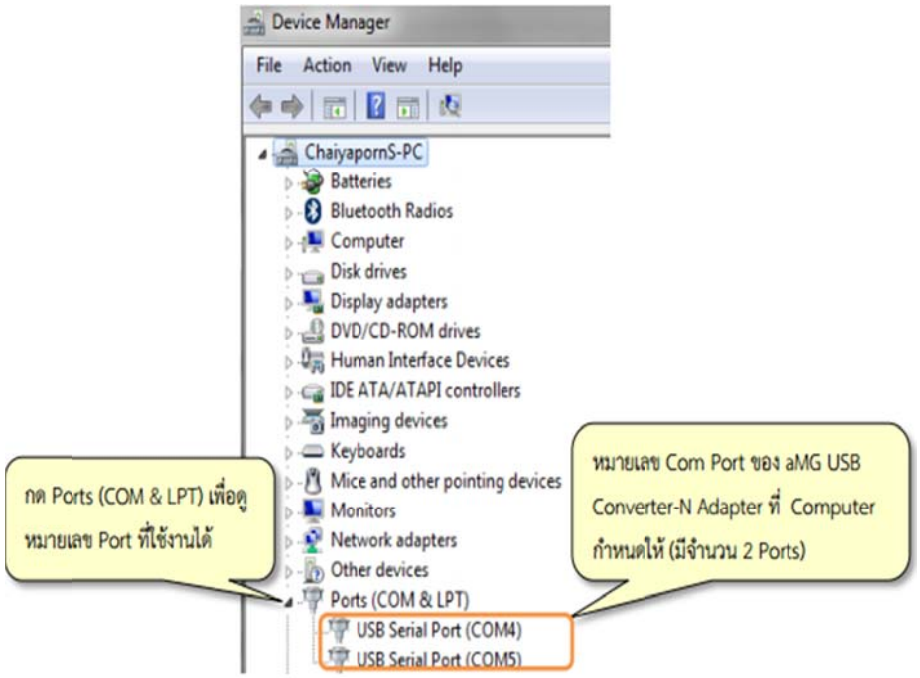
เมื่อต่อไฟเลี้ยงเข้า Aimagin F4 Connect และเชื่อมต่อกับบอร์ด Aimagin USB Converter-N Adapter กับคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรก ผู้ใช้งานควรตรวจสอบหมายเลขคอมพอร์ตโดยขั้นตอนต่อไปนี้

- เลือกเมนู Start กดเมาน์ขวาที่คอมพิวเตอร์แล้วเลือก Properties จะมีหน้าต่างปรากฏดังภาพที่ 3.38



ภาพที่ 3.38 คุณสมบัติของ Window

- เมื่อเลือก Device Manager ให้กดขยายคุณสมบัติของพอร์ต (Com & LPT) ซึ่งเป็นส่วนจัดการพอร์ตสื่อสาร แบบอนุกรมและขนานของคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 3.39

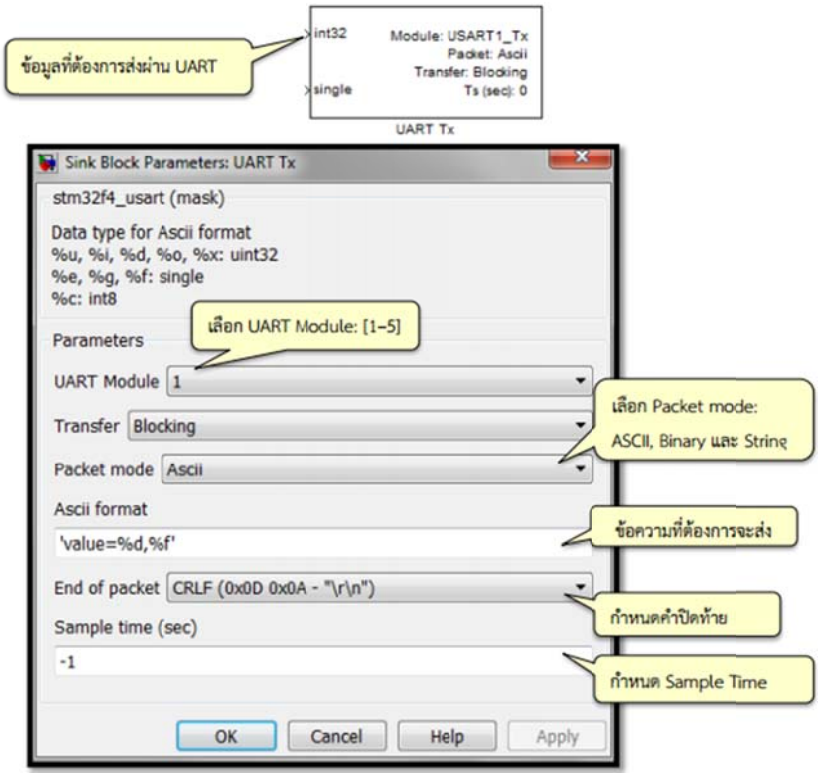


ภาพที่ 3.39 Device Manager

นอกจากนี้ผู้ใช้งานควรตั้งค่า Latency Timer ของคอมพอร์ต เพื่อให้รับส่งข้อมูลความเร็วสูงได้ดีขึ้น ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับงาน การจำลองฮาร์ดแวร์ภายในลูปตั้งค่า Latency Timer หลังจากตรวจสอบหมายเลขคอมพอร์ตแล้ว ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ตั้งค่าหมายเลขคอมพอร์ต ใน Host Serial Blockset (เมื่อใช้งานการจำลองฮาร์ดแวร์ภายในลูป) หรือโปรแกรมใช้งานพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม โดยบทเรียนนี้จะแนะนำโปรแกรมประเภทฟรีแวร์ เพื่อติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

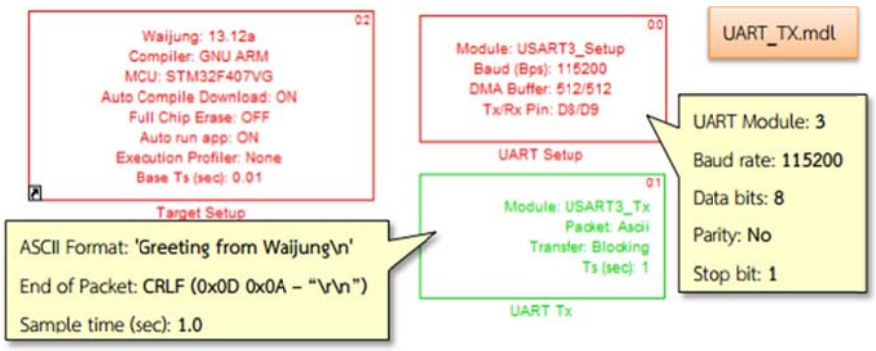
วิธีการใช้งาน UART Tx Block

UART Tx Block ใช้หน้าที่ส่งข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปยังอุปกรณ์ภายนอกผ่านขา Tx ที่เลือกไว้ เพื่อให้สะดวกต่อการส่งข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ Packet Mode ได้ 3 แบบ คือ ASCII Mode, ไลบรารี และ สตริงบัฟเฟอร์ซึ่งเหมาะสำหรับส่งข้อความ



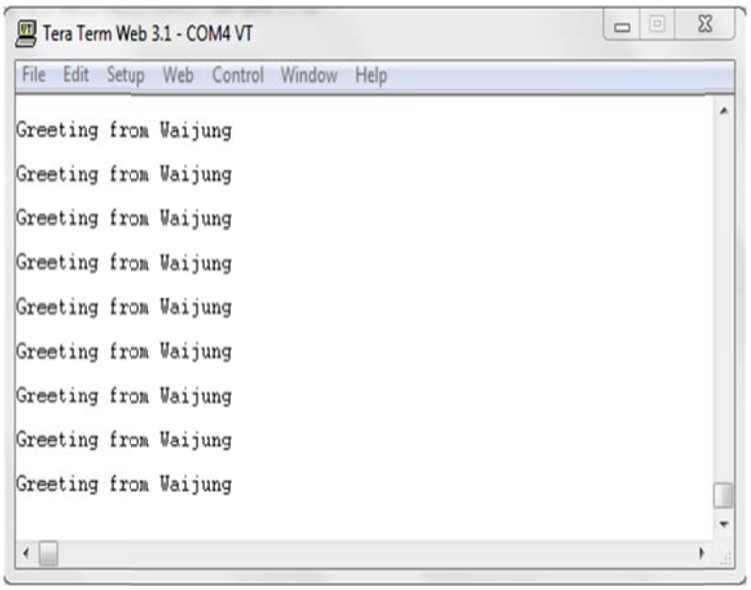
ภาพที่ 3.40 ลักษณะและการตั้งค่าการใช้งาน UART TX Block แบบ ASCII

การทดลองส่งข้อความจาก STM32F4 Discover ไปยังคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.41 Simulink Model สำหรับการส่งข้อความ

เมื่อรวมข้อความในไดอะล็อกของ ASCII Format และ End of Packet จะรวมได้ว่า ‘Greeting from Waijung\n\r\n’ ดังนั้นเมื่อดาวน์โหลดลงใน STM32F4 Discover จะมีข้อความปรากฏบนหน้าต่างของ Tera Term ว่า Greeting from Waijung โดยจะเว้นบรรทัดเพิ่มอีกหนึ่งบรรทัดก่อนแสดงข้อความอีกครั้ง ทุกๆ 1 วินาที จากการตั้งค่า



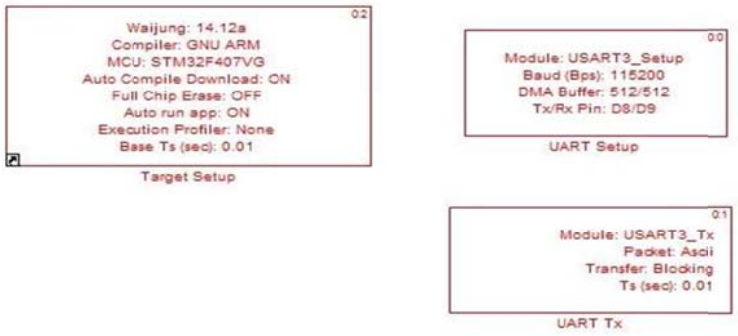
ภาพที่ 3.42 Tera Term แสดงข้อความที่ได้รับผ่านพอร์ตสื่อสาร UART

ขั้นตอนการทดลอง

1 เปิดโปรแกรม Matlab Simulink

2. เปิดไฟล์ตามหัวข้อ 3.5 การใช้งานโปรแกรม

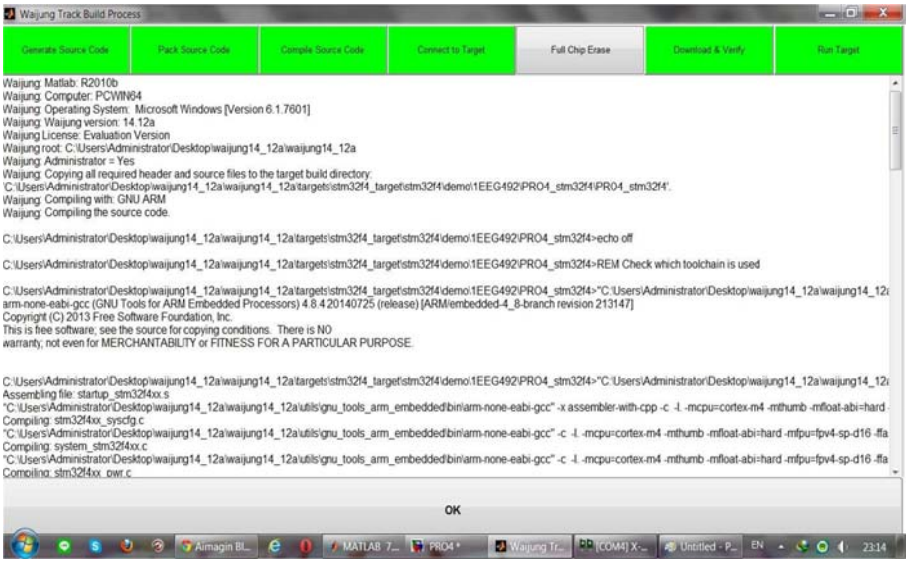
ตัวอย่าง การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART



ภาพที่ 3.43 ตัวอย่าง การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

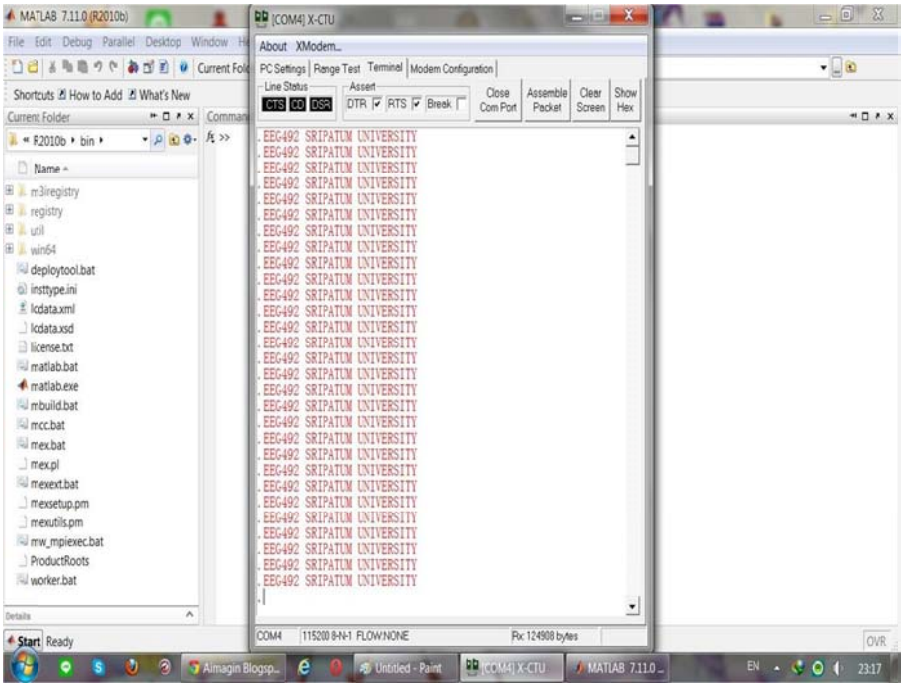
3. ทำการ Compileโปรแกรม

4. Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 3.44 Download Program ลงชุดทดลอง

5. Tera Term แสดงข้อความที่ได้รับผ่านพอร์ตสื่อสาร UART



ภาพที่ 3.45 Tera Term แสดงข้อความที่ได้รับผ่านพอร์ตสื่อสาร UART

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ให้นักศึกษาอธิบายลักษณะ Aimagin USB Converter-N-Adapter ไอซีFT2232H

STM32F4 Discover มีโมดูลการสื่อสารหลายชนิด ได้แก่อะไรบ้าง

ข้อดีของการใช้อะซิงโครนัส คืออะไรจงอธิบาย

ใบงานที่ 5

การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก

วัตถุประสงค์

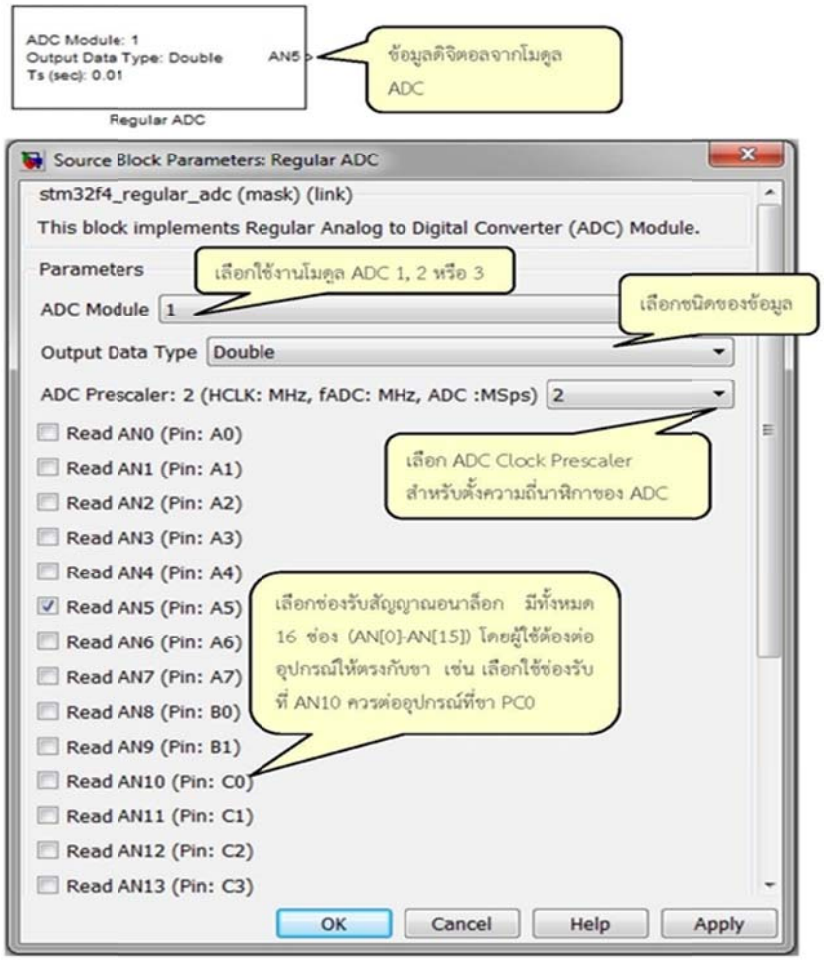
1. เพื่อให้ผู้ทดลองสามารถอ่านค่าสัญญาณอนาล็อกโดยใช้เร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล Blockset ได้
2. เพื่อให้ผู้ทดลองเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์วัดแสง และนำมาควบคุมการ เปิด-ปิดหลอด LED ได้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้เซนเซอร์วัดแสง Aimagin Photocell–A

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดทดลอง STM32F4 Discover
3. สาย Link USB
4. บอร์ด Aimagin Photocell-A

การใช้งานเร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล Blockset

เร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล Blockset ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นข้อมูลดิจิตอลโดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้โมดูลอนาล็อก-ดิจิตอล ช่องสัญญาณและอัตราสุ่มสำหรับ blockset นั้นอยู่ใน Simulink library>> Waijung Blockset>> STM32F4 target >> On Peripheral Chip >>อนาล็อก-ดิจิตอลโดยเร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล block ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติดังนี้



ภาพที่ 3.46 ลักษณะและการตั้งค่าของเร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล Block

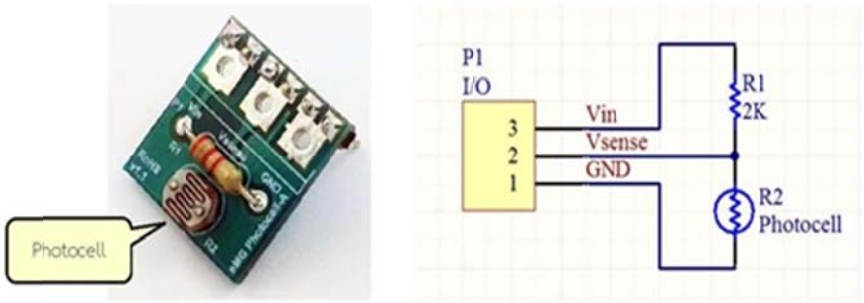
การทดลองควบคุมเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสง

การทำงานของเซนเซอร์วัดแสงและนำมาควบคุมการเปิด-ปิดหลอด LED ได้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้เซนเซอร์วัดแสง Aimagin Photocell–A ดังภาพที่ 3.47 ซึ่งใช้โปรโตคอลทำหน้าที่วัดความเข้มของแสงโดยค่าความต้านทานแปรผกผันตามความเข้มของแสงจากวงจรไฟฟ้าของ Aimagin Photocell–A ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันตกคร่อมวีเซนท์กับค่าความต้านทานของโปรโตคอล R2 สามารถหาได้จากสมการดังนี้

(Voltage Divider) (ตามภาพที่ 3.47 R1 = 2K Ohm)

2)

ถ้าโปรโตคอลอยู่ในที่มีแสงสว่างมาก (ความเข้มของแสงต่ำ) โปรโตคอลจะมีความต้านทานลดลงจึงทำให้วีเซนท์มีค่าน้อยลงถ้าโปรโตคอลอยู่ในที่มีแสงสว่างน้อย (ความเข้มของแสงต่ำ) โปรโตคอลจะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นจึงทำให้วีเซนท์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย



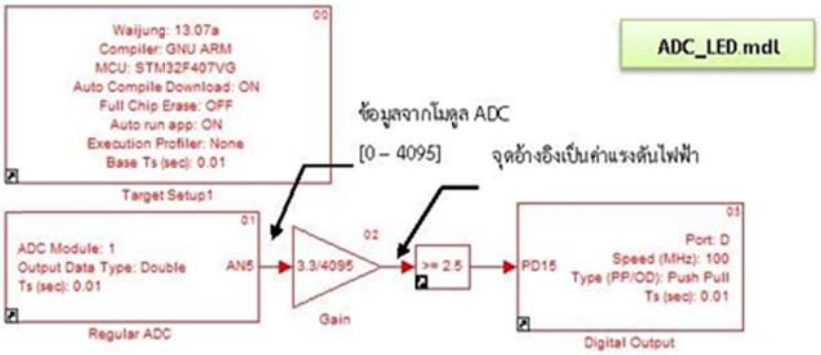
ภาพที่ 3.47 บอร์ดและวงจรไฟฟ้าของ Aimagin Photocell-A

ตารางที่ 3.2 แสดงการต่อขาอุปกรณ์ในการทดลองเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสง

ขา	amG Photocell-A	STM32F4DISCOVERY
ไฟเลี้ยง	Vin	3.3V
สัญญาณอนาล็อก	Vsense	PA5
กราวน์	GND	GND

การทดลองเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสงจาก Simulink Modelในภาพที่ 3.48 ข้อมูลดิจิตอลจากเร็กกูเรตอนาล็อก-ดิจิตอล Block จะนำมาประมวลผลให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเพื่อควบคุมการเปิดปิดหลอด LED ดังนี้

- เมื่อค่าแรงดันวีเซนท์มากกว่าหรือเท่ากับจุดอ้างอิง หรือ 2.5 V ให้เปิดหลอด LED
- เมื่อค่าแรงดันวีเซนท์น้อยกว่า 2.5 V ให้ปิดหลอด LED



ภาพที่ 3.48 Simulink Model ของการทดลองเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสง

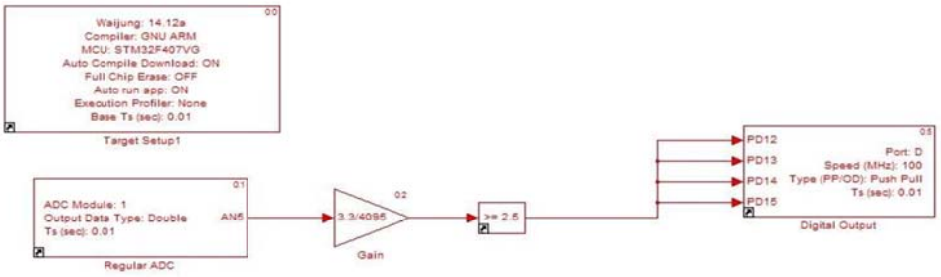
ข้อมูลดิจิตอลจากโมดูลอนาล็อก-ดิจิตอล ของ STM32F4 มีความละเอียด 12 บิตโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 212-1 (4095) ซึ่งไม่สะดวกต่อการแสดงผล หรือนำมาใช้งานโดยเฉพาะการเลือกจุดอ้างอิงเพราะหน่วยของการวัดไม่ตรงกับความเป็นจริง จึงต้องมีการเทียบหน่วยวัดและหาทรานเฟอร์ฟังก์ชั่นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากอนาล็อก-ดิจิตอล และค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นโวล์ต (โดยการคูณด้วย Gain 3.3/4095)

ขั้นตอนการทดลอง

1 เปิดโปรแกรม Matlab Simulink

2. เปิดไฟล์ตามหัวข้อ 3.6 การใช้งานโปรแกรม

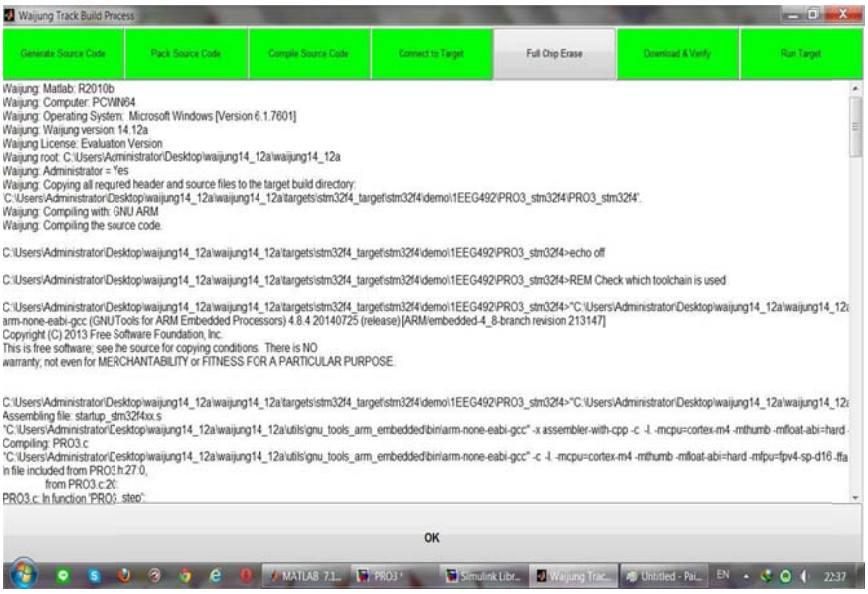
ตัวอย่าง การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก



ภาพที่ 3.49 ตัวอย่าง การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก

3. ทำการ Compile โปรแกรม

4. Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 3.50 Download Program ลงชุดทดลอง

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ให้นักศึกษาอธิบายการทำงานควบคุมเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสง

ค่าอนาล็อก-ดิจิตอล Value อ่านได้ 0 เมื่อขารับสัญญาณอนาล็อกต่อกับกราวด์และค่าอนาล็อก-ดิจิตอล Value อ่านได้ 4095 เมื่อขารับสัญญาณอนาล็อกต่อกับแรงดันอ้างอิง 3.30 V กราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากโมดูลอนาล็อก-ดิจิตอล กับค่าแรงดันจริง จงวาดรูปกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของข้อมูลดิจิตอลกับระดับแรงดันไฟฟ้าจริง

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ผลการทดลองใบงานที่ 1 การทดลองแสดงผลผ่านจอ LCD

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

จากการทอลองการทดลองแสดงผลผ่านจอ LCD แบบสั่งการสองบรรทัดและสี่บรรทัด ปรากฏ ว่าการแสดงผล LCD สามารถสั่งการได้ตามต้องการได้เป็นอย่างดี แต่อาจจะมีเงื่อนไขในบางประการที่ยังไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ สามารถพิมพ์ตัวอักษรหรือตัวเลขได้เพียง 16 ตัวอักษรซึ่งหากต้องการสั่งการตัวอักษรมากกว่านี้จะต้องเซตค่าให้เป็นตัวอักษรวิ่ง จึงยากและไม่สะดวกในการมองเห็นแต่อย่างไรก็ตามสามรถนำหลักการในการศึกษาและทดลองนี้ไปต่อยอดหรือควบคุมจอ LCD ขนาดใหญ่ได้

ให้หักศึกษาแสดงจอแสดงผล LCD สี่บรรทัด ตามคำสั่งต่อไปนี้

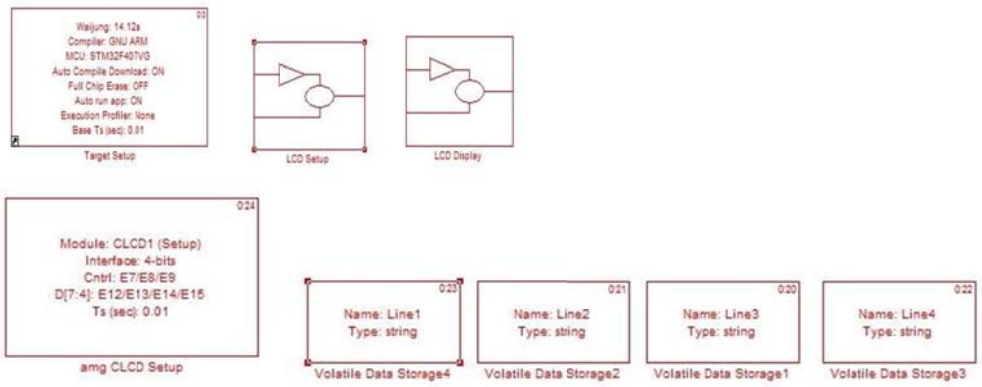
บรรทัดที่1 ชื่อ-นามสกุล

บรรทัดที่ 2 วิชาเรียน

บรรทัดที่ 3 คณะ

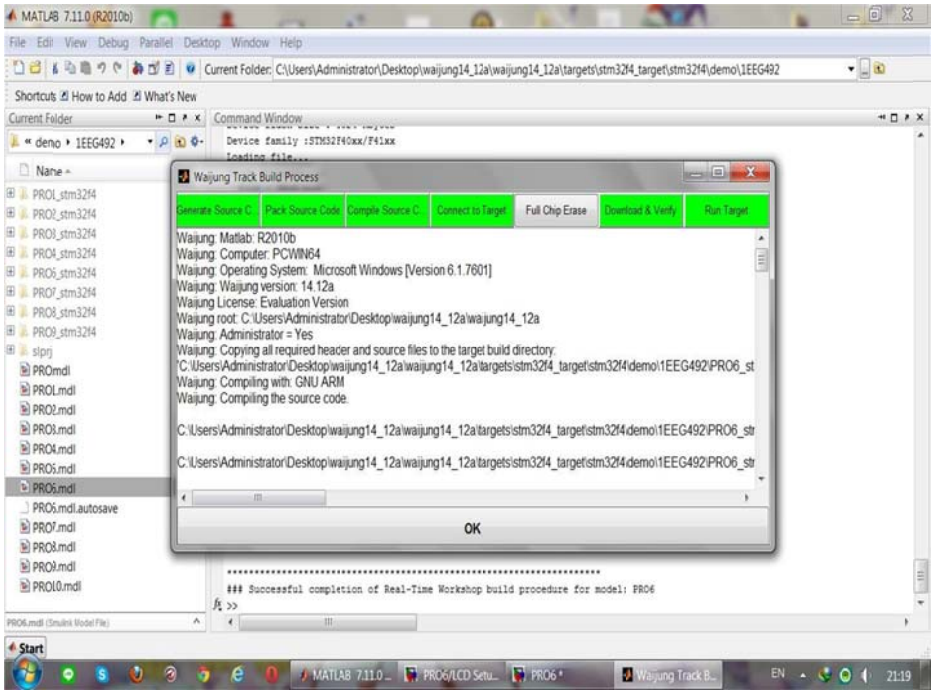
บรรทัดที่ 4 มหาวิทยาลัย

โปรแกรมจอแสดงผลสี่บรรทัด

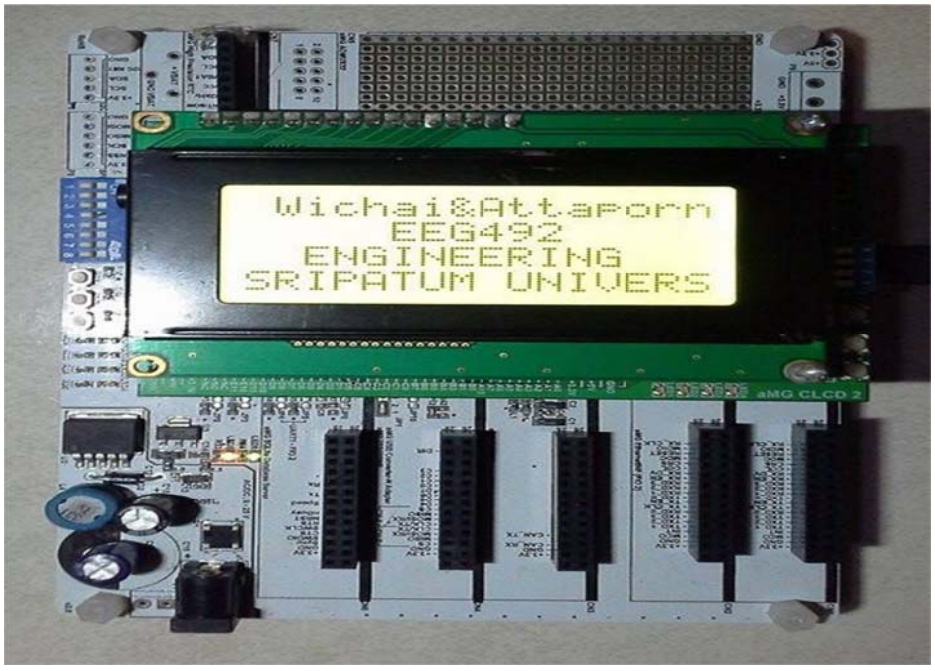


ภาพที่ 4.1 โปรแกรมจอแสดงผลสี่บรรทัด

- ทำการ Compile โปรแกรม
- Download Program ลงชุดทดลอง



ภาพที่ 4.2 Download Program ลงชุดทดลอง



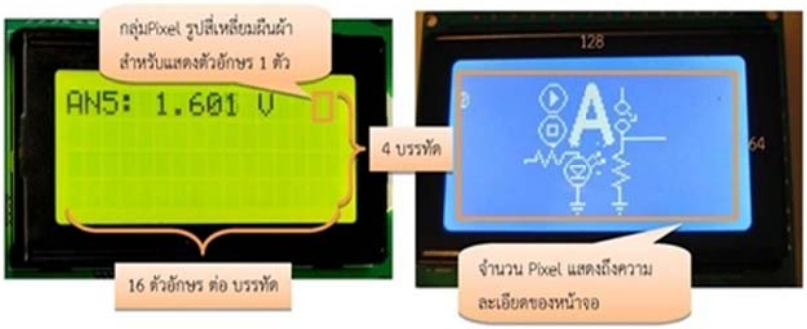
ภาพที่ 4.3 จอแสดงผล LCD สี่บรรทัด

เมื่อไม่ใช้สตริงบัฟเฟอร์ ผู้ใช้งานต้องเพิ่มหน่วยความจำแบบลบเลือนได้เพื่ออะไร

สำหรับอ่านข้อความจากตัวแปรและส่งให้ Character LCD Write Block เมื่อใช้สตริงบัฟเฟอร์ผู้ใช้งานต้องกำหนดชื่อตัวแปรที่ต้องการแสดงผลใน Character LCD Write Block

ให้นักศึกษาอธิบายหลักในการทำงานของจอแสดงผล LCD

จอแสดงผล LCD ประกอบด้วยหน้าจอผลึกเหลว ที่มีจุดภาพหรือพิกเซลขนาดเล็กและส่วนควบคุมการแสดงผล (LCD คอนโทรลเลอร์) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน้าจอ เช่น ลบข้อความบนหน้าจอ เว้นบรรทัด ขึ้นบรรทัดใหม่ และควบคุมการเปิด-ปิดของพิกเซลเพื่อแสดงเป็นตัวอักษร หรือรูปภาพ ลักษณะตัวอักษรและภาษาขึ้นอยู่กับผู้ผลิต LCD คอนโทรลเลอร์ เช่น HD44780 จากบริษัท Hitachi สามารถรองรับภาษาอังกฤษและญี่ปุ่น เป็นต้น จอแสดงผล LCD ที่ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ แบ่งตามลักษณะของพิกเซลได้สองชนิดคือ แบบตัวอักษรและแบบรูปภาพ



ภาพที่ 4.4 ลักษณะจอแสดงผล LCD

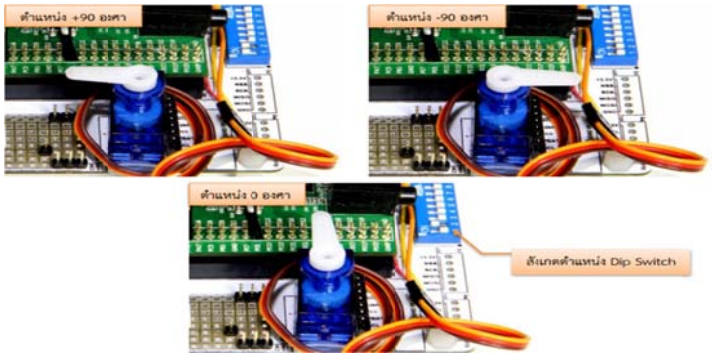
ผลการทดลองใบงานที่ 2 การขับ การทดลองควบคุม RC Servo

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

จากการทดลองการขับ RC Servo รับสัญญาณดิจิตอลเพื่อปรับมุมองศาของแกน โดยมีลักษณะของสัญญาณเรียกว่า การปรับความกว้างของพัลซ์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน(PWM) ชุดควบคุมตำแหน่งของ RC Servo จะตรวจสอบช่วงเวลาที่สัญญาณอยู่ในสถานะ ON หรือ ความกว้างของพัลซ์แล้วปรับตำแหน่งตามที่ผู้ผลิต RC Servo โปรแกรมไว้แสดงความกว้างโดยประมาณของสัญญาณ ON สำหรับควบคุมตำแหน่งของ RC Servo รุ่น SG90 โดยสัญญาณมีค่า 20 ms

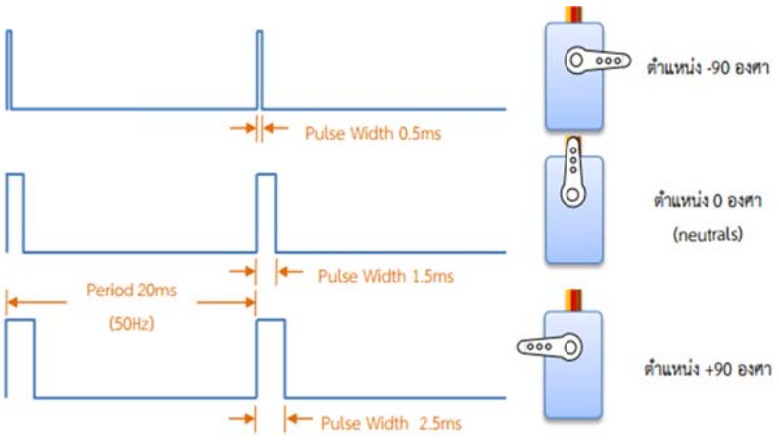
ถ้าต้องการให้ RC Servo อยู่ในตำแหน่ง 0 องศา (Pulse Width = 1.5ms) ควรส่งสัญญาณ PWM ด้วย % Duty Cycle เท่าไร หากสัญญาณ มีความถี่ 60 Hz

สัญญาณมีความถี่ 60Hz หรือ Period = 16.67 ms ดังนั้น % Duty Cycle สามารถคำนวณได้ 1.5ms x 100/16.67ms = 9.0 %



ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ RC Servo

ให้นักศึกษาวาดรูปแสดงความกว้างของสัญญาณ ON หรือ % Duty Cycle สำหรับควบคุมตำแหน่งของ RC Servo



ภาพที่ 4.6 รูปแสดงความกว้างของสัญญาณ

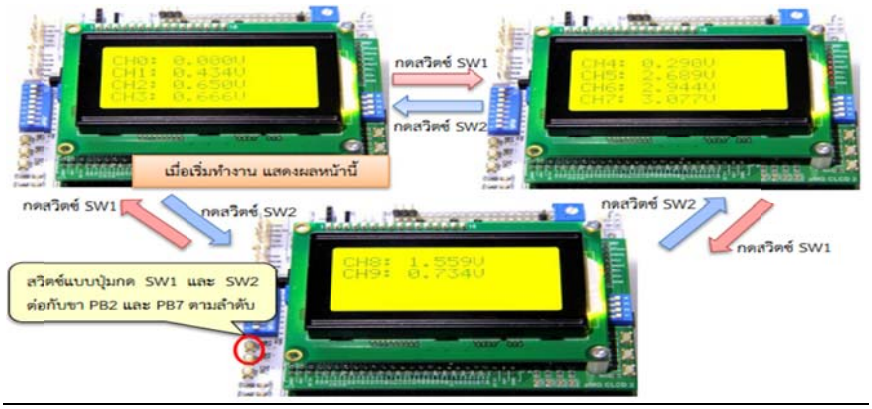
ผลการทดลองใบงานที่ 3 การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับเปลี่ยนจอ LCD

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

จากการทดลองการใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับเปลี่ยนจอ LCD ปรากฏว่า จะต้องอ่านค่า Simulink Model สำหรับการอ่านค่าแรงดัน 10 ช่องสัญญาณและแสดงค่าผ่าน LCD ภายในโมเดลประกอบด้วยซับซิสเทม หลายชุดซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ซับซิสเทม ใช้กำหนดตัวแปรเพื่อเก็บค่าแรงดันที่อ่านได้ 10 ช่องสัญญาณ
2. ซับซิสเทม ตั้งค่าการใช้งานจอแสดงผล LCD
3. ซับซิสเทม สำหรับแสดงข้อความและค่าที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล LCD
4. ซับซิสเทม สำหรับปรับเลขหน้าของจอแสดงผล LCD (page = 0 ถึง 2) โดยรับสัญญาณอินพุตจากสวิตซ์ปุ่มกด
5. เลขหน้าปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับอัพดาต้าเลขหน้า หลังจากมีการกดสวิตซ์
6. ซับซิสเทม แสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 1 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 0-3
7. ซับซิสเทม แสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 4-7
8. ซับซิสเทม แสดงผลผ่านจอ LCD หน้าที่ 2 โดยแสดงค่าที่อ่านได้จากช่องสัญญาณ 8-9
9. รับสัญญาณดิจิตอลอินพุตจากสวิตซ์ 1 และ สวิตซ์ 2
10. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากช่องรับสัญญาณอนาล็อก จำนวน 10 ช่องสัญญาณ

ให้นักศึกษาวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณบันทึกค่าผ่านจอ LCD



ภาพที่ 4.7 แรงดันไฟฟ้า 10 ช่องสัญญาณบันทึกค่าผ่านจอ LCD

Ch0: 0.000V	Ch5: 2.689V
Ch1: 0.434V	Ch6: 2.944V
Ch2: 0.650V	Ch7: 3.077V
Ch3: 0.666V	Ch8: 1.559V
Ch4: 0.290V	Ch9:0.734V

ผลการทดลองใบงานที่ 4 การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

จากการทดลองการใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART รูปแบบการสื่อสารของ UART โดยผู้ใช้ต้องกำหนดคุณสมบัติเหล่านี้ให้เหมือนกันทั้งฝั่งรีซีฟเวอร์และทรานสมิตเตอร์ซึ่งประกอบด้วย

Start Bit เป็นสถานะ Low

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดจำนวนข้อมูลของดาต้า บิต ให้เป็น 8 หรือ 9 บิต

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดชนิดของไบลนารี บิต

Stop Bit มีจำนวน 0.5, 1, 1.5 หรือ 2 บิต

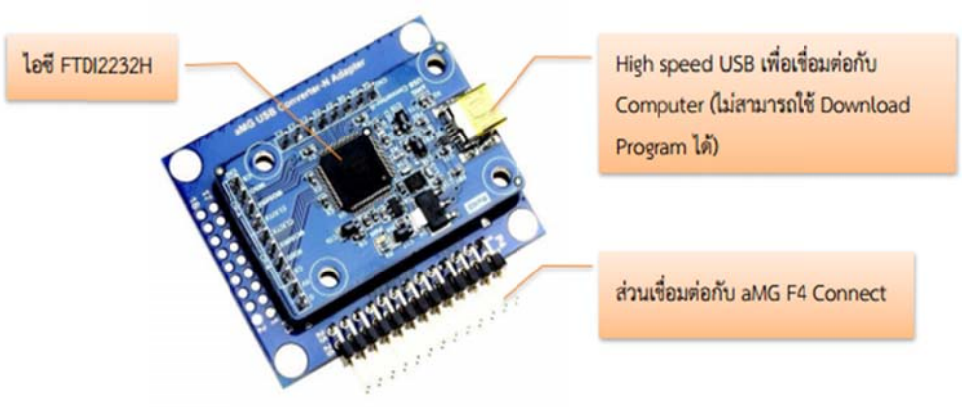
นอกจากนี้ผู้ใช้งานควรศึกษาระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณการสื่อสารแบบ UART โดยแบ่งได้ดังนี้

TTL เป็นระดับสัญญาณแบบดิจิตอลทั่วไปที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยสถานะโลจิก “0” จะมีแรงดันเท่ากับ 0 V และสถานะโลจิก “1” จะมีแรงดันเท่ากับ 3.3 หรือ 5 V

RS232 เป็นระดับสัญญาณที่ใช้กับคอมพิวเตอร์โดยสถานะโลจิก “0” จะมีแรงดันเท่ากับ -5 หรือ -13 V และสถานะโลจิก “1” จะมีแรงดันเท่ากับ +5 หรือ +13V

ให้นักศึกษาอธิบายลักษณะ Aimagin USB Converter-N-Adapter

บอร์ด Aimagin USB Converter-N-Adapter โดยใช้ไอซี FT2232H แปลง USB 2.0 High Speed (480Mb/s) เป็น UART/FIFIO ได้สองช่องเนื่องจากมีการรับข้อมูลด้วยความเร็วสูงจึงเหมาะสำหรับการใช้งานแบบการจำลองฮาร์ดแวร์ภายในลูป



ภาพที่ 4.8 อธิบายลักษณะ Aimagin USB Converter

STM32F4 Discover มีโมดูลการสื่อสารหลายชนิดได้แก่อะไรบ้าง

STM32F4 Discover มีโมดูลการสื่อสารหลายชนิด ได้แก่ UART, I2C, SPI, USB, CAN Bus เป็นต้น ในบทนี้จะกล่าวถึงโมดูลการสื่อสารแบบ UART

ข้อดีของการใช้ Asynchronous คืออะไร จงอธิบาย

ข้อดีของการใช้อะซิงโครนัสคือสามารถสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์กล่าวคือ สามารถรับและส่งข้อมูลระหว่างรีซีฟเวอร์และทรานสมิตเตอร์ได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ไม่ต้องใช้สายสัญญาณ Clock เพื่อกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล แต่มีการกำหนดรูปแบบฟอร์แมตหรือโปรโตคอลการรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และอาศัยการกำหนดความเร็วของการรับส่งข้อมูลให้เท่ากัน

ผลการทดลองใบงานที่ 5 การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก
สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลที่เกิดขึ้น

ในการทดลองการทำงานของเซนเซอร์วัดแสงและนำมาควบคุมการเปิด-ปิดหลอด LED ได้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้เซนเซอร์วัดแสง Aimagin Photocell–A ดังภาพที่ 3.47 ซึ่งใช้โปรโตคอลทำหน้าที่วัดความเข้มของแสงโดยค่าความต้านทานแปรผกผันตามความเข้มของแสงจากวงจรไฟฟ้าของ Aimagin Photocell–A ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันตกคร่อมวีเซนท์กับค่าความต้านทานของโปรโตคอล R2 สามารถหาได้จากสมการดังนี้
(Voltage Divider) (ตามภาพที่ 3.47 R1 = 2K Ohm)

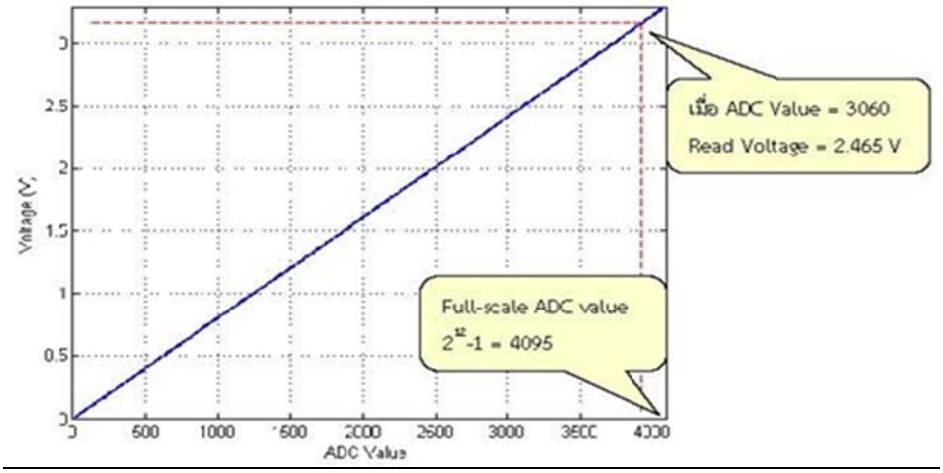
2)

ถ้าโปรโตคอลอยู่ในที่มีแสงสว่างมาก (ความเข้มของแสงต่ำ) โปรโตคอลจะมีความต้านทานลดลงจึงทำให้วีเซนท์มีค่าน้อยลงถ้าโปรโตคอลอยู่ในที่มีแสงสว่างน้อย (ความเข้มของแสงต่ำ) โปรโตคอลจะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นจึงทำให้วีเซนท์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

ให้นักศึกษาอธิบายการทำงานควบคุมเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้เซนเซอร์วัดแสง

หลอดไฟ LED ดับ เมื่อเซนเซอร์วัดแสงอยู่ในที่สว่าง (วีเซนท์ น้อยกว่า 2.5)หลอดไฟ LED ติดเมื่อเซนเซอร์วัดแสงอยู่ในที่สว่าง (วีเซนท์ มากกว่า 2.5)

ค่า อนาล็อก-ดิจิตอล Value อ่านได้ 0 เมื่อขารับสัญญาณอนาล็อกต่อกับกราวด์และค่าอนาล็อก-ดิจิตอล Value อ่านได้ 4095 เมื่อขารับสัญญาณอนาล็อกต่อกับแรงดันอ้างอิง 3.30 V กราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากโมดูลอนาล็อก-ดิจิตอล กับค่าแรงดันจริง จงวาดรูปกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของข้อมูลดิจิตอล กับระดับแรงดันไฟฟ้าจริง



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าข้อมูลดิจิตอลกับระดับแรงดันไฟฟ้าจริง

หลังจากหาสมการเชิงเส้นของกราฟ Voltage = (3.3 / 4095) x (อนาล็อก-ดิจิตอล Value) เมื่อค่าอนาล็อก-ดิจิตอล Value = 3060 แสดงว่าสัญญาณอนาล็อกที่อ่านได้มีแรงดันประมาณ 2.465 V

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้เป็นการสร้างชุดทดลองการประยุกต์โปรแกรม Matlab Simulink ร่วมกับ STM32F4 Discover เพื่อควบคุมทางวิศวกรรมไฟฟ้าในการศึกษา Matlab และทำการทดลอง ยอมรับว่าเป็นการทดลองที่เข้าใจง่ายเป็นการใช้ Matlab Simulink เป็นโปรแกรมสั่งการบอร์ด STM32F4 เป็นชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิทของบริษัท STMicroelectronics ในตระกูลใหม่ STM32 ARM Cortex-M4F โดยในบอร์ดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วน ST-Link/V2 ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ STM32F103 มาเป็นตัวเชื่อมต่อการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB พอร์ตสามารถดีบักและโปรแกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 ที่บนบอร์ดได้ 6 พิน สวิตซ์ D ต่อออกใช้งานดีบักได้นอกบอร์ดส่วนบอร์ดใช้งาน STM32F4ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ STM32F407VGT6, 32 บิต ARM CORTEX-M4F 1MB FLASH, 192KB RAM, LQFP100 TYPE ตัวบอร์ดสามารใช้ไฟ +5V จากขั้วต่อ USB หรือรับจากพาวเวอร์ 5V ภายนอกได้ในการใช้งาน ประกอบด้วยส่วน 3-AXIS ACCELEROMETER เบอร์ LIS302DL อยู่บนบอร์ด และมีส่วน ดิจิตอลไมโครโฟนเบอร์ MP45DT02 อยู่บนบอร์ด USB OTG FS พร้อมขั้วต่อไมโครAB ตัวบอร์ดทำเป็นขั้วต่อแบบพินเฮดเดอร์ใต้ PCB 25 x 2 จำนวน 2 ชุด การศึกษาชุดทดลองนี้ก็จะมีด้วยกัน 5 การทดลองประกอบด้วย การทดลองการแสดงผลการใช้งานจอแสดงผล LCD, การทดลองการขับ Servo Motor , การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับการกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD, การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART, และการแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อกทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์โปรแกรม Matlab เพื่อควบคุมทางวิศวกรรมไฟฟ้า จากการศึกษาและทำการทดลองทั้งหมดจึงได้จัดทำคู่มือการใช้งานขึ้นมาและตัวอย่างโปรแกรมการใช้งานเบื้องต้น เพื่อที่จะให้สะดวกแก่ผู้นำไปใช้งานและพัฒนาต่อยอดจากเดิมและเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ให้ง่ายขึ้นเหมาะแก่การนำไปใช้งานในภายภาคหน้า

เอกสารอ้างอิง

[1] การใช้งาน Matlab Simulink

คู่มือการใช้งาน Matlab ฉบับสมบรูณ์ ผศ.ดร. ปริญญา สงวนสัตย์ ภาควิชา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2556

[2] ชุดพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discover

http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF252419

[3] การใช้งานจอแสดงผล LCD

http://aimagin.com/blog/learn-character-lcd/?lang=th

[4] การขับ Servo Motor

http://aimagin.com/blog/driving-step-motor-and-rc-servo-motor/?lang=th

[5] การใช้งานอนาล็อก-ดิจิตอล 10 ช่องสัญญาณร่วมกับกดปุ่มเปลี่ยนจอ LCD

http://aimagin.com/blog/?lang=th

[6] การใช้งานพอร์ตสื่อสาร UART

http://aimagin.com/blog/?lang=th

[7] การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอลและดิจิตอล-อนาล็อก

http://aimagin.com/blog/adc-dac/?lang=th

[8] การเชื่อมต่อ ST-LINK

http://www.st.com/web/catalog/tools/FM146/CL1984/SC724/SS1677/PF251168?sc=internet/evalboard/product/251168.jsp

[9] การลงโปรแกรม Waijung Blockset and STM32F4 Target

http://www.aimagin.com/download

[10] Matlab Simulink Program 2010

License number 933775

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นายอรรตพร จุลรอด

ข้อมูลส่วนตัว

วัน เดือน ปีเกิด 21 พฤษภาคม 2534 **อายุ** 23ปี **ส่วนสูง** 184

เชื้อชาติ ไทย **สัญชาติ** ไทย **ศาสนา** พุทธ

ที่อยู่ 21 หมู่ที่8 ตำบลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170

โทรศัพท์ 084-1932903

E-mail: Joonrod_at91@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนตะโหมด **ปีที่จบ** 2550

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนสงขลาเทคโนโลยี **สาขา** อิเล็กทรอนิกส์ **ปีที่จบ** 2553

ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีปทุม **คณะ** วิศวกรรมศาสตร์ **สาขา** ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์

ปีที่จบ กำลังศึกษา

กิจกรรมที่เคยเข้าร่วม

ได้เป็นตัวแทนของมหาวิทยาลัยศรีปทุมเข้าร่วมประกวดผลงาน งานวันวิศวกรรมแห่งชาติ 2014 ไบเทค บางนา กรุงเทพ

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นายวิชัย โกษะ

ข้อมูลส่วนตัว

วัน เดือน ปีเกิด 23 สิงหาคม 2530 **อายุ** 27ปี **ส่วนสูง** 185

เชื้อชาติ ไทย **สัญชาติ** ไทย **ศาสนา** พุทธ

ที่อยู่ 17/2 หมู่ที่3 ตำบลบ้านม้า อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13190

โทรศัพท์ 092-2643264

E-mail: paewichaikosa@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนปทุมวิลัย **ปีที่จบ** 2550

ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีปทุม **คณะ** วิศวกรรมศาสตร์ **สาขา** ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์

ปีที่จบ กำลังศึกษา

กิจกรรมที่เคยเข้าร่วม

ได้เป็นตัวแทนของมหาวิทยาลัยศรีปทุมเข้าร่วมประกวดผลงาน งานวันวิศวกรรมแห่งชาติ 2014 ไบเทค บางนา กรุงเทพ