สารบัญ

หน้า

สารบัญ .....(6)
รายการตาราง.....(8)
รายการภาพประกอบ .....(9)
บทที่
1. บทนำ.....1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....1
การตรวจเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคในการออกแบบระบบปฏิบัติการเชิงเวลาจริงที่ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้ 3
วัตถุประสงค์.....17
ขอบเขตการวิจัย.....17
ขั้นตอนและวิธีการวิจัย.....17
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....18
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....18
แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ.....19
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล.....20
ระบบเชิงเวลาจริง 20
ARM-7 embedded controller board 22
ระบบปฏิบัติการเชิงเวลาจริง uC/OS-II.....35
โพรโตคอล Modbus 36
Software tools.....50
3. การออกแบบระบบเชิงเวลาจริงที่ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้ 54
การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์.....54
การปรับปรุงระบบปฏิบัติการเชิงเวลาจริง uC/OS-II ให้ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้.....60
แนวทางการทดสอบการทำงานเชิงเวลาจริง 63
4. การพัฒนาและทดสอบระบบปฏิบัติการเชิงเวลาจริงที่ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้ 64
การพัฒนาระบบเชิงเวลาจริงที่ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้.....64

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การทดสอบระบบเชิงเวลาจริงที่ตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้.....99

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....103

สรุปผล.....103

ปัญหาและอุปสรรค.....104

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....104

6. บรรณานุกรม.....106

ภาคผนวก.....111

คู่มือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-ARM7 STAMP LPC2119.....112

คู่มือ ET-ARM7 START KIT V1.....119

ฟังก์ชันและข้อมูลพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ uC/OS-II.....126

งาน (Tasks) ของ Modbus slave ใน uC/OS-II บน ARM-7.....142

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ.....151

ประวัติผู้เขียน.....167

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

1-1 Case Study For Scaling : The Compaq Alpha 5

1-2 ตัวอย่างกลุ่มงาน 11

2-1 การติดต่อของ interrupt source ไปยัง Vectored Interrupt Controller 24

2-2 External interrupt register 28

2-3 รีจิสเตอร์ทั้งหมดสำหรับควบคุมกำลังงาน 29

2-4 รีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับควบคุมกำลังงาน (PCON - 0xE01FC0C0) 30

2-5 รีจิสเตอร์ที่ควบคุมกำลังงานสำหรับอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ใน LPC2119 (PCONP - 0xE01FC0C4) 30

2-6 ความหมายและจำนวนไบต์ที่ต้องการในแต่ละฟิลด์ของข้อมูล 39

2-7 ตัวอย่างฟังก์ชันที่ใช้ในโพรโตคอล Modbus 40

2-8 ความแตกต่างระหว่างโหมด ASCII และ RTU 41

3-1 คุณสมบัติของระบบปฏิบัติการเชิงเวลาจริง 55

3-2 คุณสมบัติของโพรโตคอลที่แตกต่างกัน 57

3-3 หน่วยความจำของบอร์ดรุ่นต่าง ๆ ที่รองรับระบบปฏิบัติการ uC/OS-II 58

3-4 ตัวแปลภาษาที่ใช้สำหรับบอร์ดที่มีหน่วยประมวลผลต่าง ๆ กัน 59

4-1 กระแสไฟฟ้าที่ระบบใช้ในสภาวะต่าง ๆ 76

4-2 ความถี่ในการเกิด timer tick กับกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานปกติกับสภาวะ idle 86

4-3 การใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อมีการปรับค่า delay ด้วยค่าต่าง ๆ ในระบบที่มีการปรับให้เข้าสู่สถานะ power down และเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้ากับระบบที่มีการทำงานแบบปกติ 93

4-4 ผลการทำงานของระบบและกระแสไฟฟ้าที่ใช้ที่มีการปรับ delay หรือความถี่ของ external interrupt 99

4-5 ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อกำหนดค่า response time ที่ต่างกัน 101

4-6 กระแสไฟฟ้าที่ใช้และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อระบบอยู่ในสภาวะปกติและ idle 102

ค-1 DATA STRUCTURE (Events : OS_EVENT) 127

ค-2 DATA STRUCTURE (Events : OS_MBOX_DATA) 127

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

ค-3 DATA STRUCTURE (Events : OS_Q_DATA) 128

ค-4 DATA STRUCTURE (Events : OS_SEM_DATA) 128

ค-5 DATA STRUCTURE (Memory partition : OS_MEM) 129

ค-6 DATA STRUCTURE (Memory partition : OS_MEM_DATA) 129

ค-7 DATA STRUCTURE (Task : OS_STK_DATA) 130

ค-8 DATA STRUCTURE (Task : OS_TCB) 130

ค-9 GLOBAL VARIABLES 131

ค-10 ERROR CODES 139

จ-1 ขาและลักษณะการใช้งานของ Parallel Port 152

จ-2 ค่า Register ต่าง ๆ ของ Data Port 153

จ-3 ค่า Register ต่าง ๆ ของ Status Port 154

จ-4 ค่า Register ต่าง ๆ ของ Control Port 154

จ-5 Parallel Port Address 155

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1-1 ความหนาแน่นของกำลังงานในชิพ Intel....6

1-2 Execution timeline ของงาน....11

1-3 การหาเส้นทางโดยตระหนักถึงกำลังงานที่ใช้กับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด....17

2-1 ประเภทของระบบเชิงเวลาจริง....20

2-2 Block diagram ของ Vectored Interrupt Controller....27

2-3 ET-ARM7 STAMP LPC2119....33

2-4 ลักษณะของบอร์ด ET-ARM7 START KIT V1.0 EXP....35

2-5 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์หลายตัวที่มีการติดต่อสื่อสารผ่านโพรโตคอล Modbus....37

2-6 วงจรการถามตอบของ master และ slave....38

2-7 รูปแบบเฟรมทั่วไปในการรับ/ส่งข้อมูล....39

2-8 รูปแบบเฟรม ASCII....42

2-9 รูปแบบเฟรม RTU....43

2-10 ลำดับบิตการส่งข้อมูลด้วยเฟรมแอสกี....46

2-11 บิตการส่งข้อมูลด้วยเฟรมอาร์ทียู....46

2-12 ขั้นตอนวิธีในการคำนวณหาค่า LRC....48

2-13 ขั้นตอนวิธีในการคำนวณหาค่า CRC....49

2-14 การใช้โปรแกรม comDebug....51

2-15 การทำงานของ Modscan....52

2-16 การเขียนค่าลงบนตำแหน่งของ slave ที่ต้องการ....53

2-17 ข้อมูลจริงที่เกิดจากการรับส่งระหว่าง master และ slave....53

3-1 การทำงานแบบ multitasking....61

3-2 การทำงานแบบ multitasking ที่ปรับให้อยู่ในสภาวะ power down....61

3-3 การทำงานแบบ multitasking ที่มีการทำให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง....62

3-4 interrupt ที่เกิดจาก timer tick ทุก ๆ 1 ms....62

4-1 การกำหนดลำดับความสำคัญของ idle task....64

4-2 การกำหนดค่าลำดับความสำคัญที่ต่ำที่สุด....65

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

4-3 การทำงานของ idle task ในฟังก์ชัน OS_TaskIdle 65
4-4 ส่วนของโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์การจัดการตารางงาน 66
4-5 การทำงานของงานตามช่วงเวลาและลำดับความสำคัญ 70
4-6 ลำดับการทำงานของระบบที่ตรวจสอบด้วย oscilloscope 73
4-7 คำสั่งสำหรับควบคุมสถานะของระบบให้เข้าสู่สถานะ power down 74
4-8 คำสั่งสำหรับควบคุมสถานะของระบบให้เข้าสู่สถานะ idle 75
4-9 การตรวจสอบการทำงานของพอร์ต 1.24 เพื่อเปลี่ยนสถานะของระบบให้เข้าสู่ power down หรือ idle 76
4-10 ลักษณะกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อระบบเข้าสู่สถานะ idle 79
4-11 การทำงานเมื่อเข้าสู่สภาวะ power down 79
4-12 ส่วนของโปรแกรมในการกำหนดความถี่ของ timer tick 81
4-13 การวัดความถี่และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อมีการ tick ใน 1 ms ด้วย oscilloscope 82
4-14 การโปรแกรมความถี่เพิ่มขึ้น 10 เท่าจาก 1 ms เป็น 100 us 83
4-15 ส่วนของโปรแกรมที่มีการแก้ไขความถี่ของ timer tick เพิ่มขึ้น 10 83
4-16 ลักษณะการเกิด timer tick และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในสถานะ idle จาก oscilloscope เมื่อปรับความถี่เพิ่มขึ้น 10 เท่าจาก 1 ms เป็น 100 us 84
4-17 ส่วนของโปรแกรมที่มีการแก้ไขความถี่ของ timer tick เพิ่มขึ้น 2 เท่าจาก 100 us เป็น 50 us 84
4-18 ลักษณะการเกิด timer tick และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในสถานะ idle จาก oscilloscope เมื่อปรับ ความถี่เพิ่มขึ้น 2 เท่าจาก 100 us เป็น 50 us 85
4-19 ส่วนของโปรแกรมที่มีการแก้ไขความถี่ของ timer tick เพิ่มขึ้น 5 เท่าจาก 50 us เป็น 10 us 85
4-20 รีจิสเตอร์หลักสำหรับพัฒนา interrupt 88
4-21 ส่วนของโปรแกรมในการกำหนดค่าเริ่มต้นของ External interrupt 88
4-22 ส่วนของโปรแกรมการกำหนดค่าการทำงานของ External interrupt 89
4-23 การเข้าสู่ Interrupt Service Routine (ISR) 89

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

4-24 การเปลี่ยนสถานะจาก power down เข้าสู่การทำงานปกติด้วย external interrupt จากการกดสวิตช์ซึ่งตรวจสอบจาก oscilloscope....90

4-25 ช่วงเวลาที่ใช้ก่อนที่ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติโดยตรวจสอบด้วย oscilloscope....91

4-26 การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ระยะเวลาในการปลุก ARM-7....92

4-27 pseudo code สำหรับส่ง external interrupt จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่าน parallel port....93

4-28 การทำงานโดยรวมของ Modbus slave....94

4-29 state diagram การทำงานของโปรแกรม Modbus slave....95

4-30 การกำหนดขนาด stack และลำดับความสำคัญของงาน RXTask และ ReadADCTask....96

4-31 การกำหนด flag ของ U0FCR เพื่อควบคุมให้ U0RBR รับข้อมูลให้ครบ 8 ไบต์ก่อนเกิดการ interrupt เพื่อส่งข้อมูล....96

4-32 โปรแกรมที่พัฒนาสำหรับทดสอบระบบเชิงเวลาจริง....98

4-33 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ใช้ (mA) กับระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สถานะ power down (us)....100

ง-1 block diagram ของ ARM-7....143

ง-2 โปรแกรม RXTask....144

ง-3 โปรแกรม ReadADCTask....147

จ-1 Form_Load....159

จ-2 Timer1_Timer....160

จ-3 Timer2_Timer....161

จ-4 ReadModbus....161

จ-5 CheckErr....162

จ-6 mbus_CalcCRCString....163

จ-7 mbus_FillCRCTable....164