

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ ค	
บทคัดย่อภาษาไทย ง	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ	
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ ญ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการทำวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	3
1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การวินิจฉัยรถยนต์ (On-Board Diagnostic, OBD)	5
2.1.1 ข้อกำหนดของระบบ OBD-II	5
2.1.2 ขั้นตอนในการวินิจฉัยปัญหาและซ่อมบำรุงรถยนต์ทั่วไป	8
2.2 บัส CAN (Controller Area Network Bus)	9
2.2.1 โครงสร้างและลักษณะทั่วไปของบัส CAN	9
2.2.2 เฟรมสื่อสารข้อมูลของบัส CAN	11
2.2.3 ความสามารถทั่วไปของโพรโทคอลชั้นสูงกว่าบัส CAN	13
2.3 การวินิจฉัยรถยนต์โดยใช้บัส CAN	14
2.3.1 มาตรฐาน ISO 15765-4	14
2.3.2 การประยุกต์ใช้ระบบ OBD ด้วยบัส CAN	18
2.4 โพรโทคอล CANopen	18
2.4.1 พจนานุกรมวัตถุ (Object Dictionary)	19
2.4.2 บริการสื่อสารข้อมูล (Communication Service)	20

2.5 เทคโนโลยีจีพีอาร์เอส (General Packet Radio Service, GPRS)	23
2.5.1 สมบัติของบริการจีพีอาร์เอส	24
2.6 การสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยโปรโตคอล HTTP	24
2.7 ระบบจีพีเอส (Global Positioning System, GPS)	26
บทที่ 3 การออกแบบระบบ OMD	28
3.1 การออกแบบส่วน OMD Client	29
3.1.1 หลักการทำงานของ OMD Client	31
3.1.2 ฮาร์ดแวร์และเฟิร์มแวร์ของโหนดทั่วไป	33
3.1.3 โหนด Master	38
3.1.4 โหนด Gateway	41
3.1.5 โหนด Locator	43
3.1.6 โหนด Online	45
3.1.7 โหนด Logger	47
3.1.8 โหนด HMI	47
3.1.9 โหนด Calculator	48
3.2 การออกแบบส่วน OMD Server	49
บทที่ 4 การสร้างและทดสอบระบบ OMD	51
4.1 การสร้างระบบ OMD Client	51
4.1.1 การสร้างฮาร์ดแวร์	51
4.1.2 การสร้างเฟิร์มแวร์	55
4.2 การทดสอบระบบ OMD Client	57
4.2.1 ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบ OMD Client	57
4.2.2 การทดสอบการทำงานของโหนด Master และซอฟต์แวร์ Virtual Master	58
4.2.3 การทดสอบการทำงานของโหนด Gateway	63
4.2.4 การทดสอบการทำงานของโหนด Locator	66
4.2.5 การทดสอบการทำงานของโหนด Online	67
4.2.6 การทดสอบการทำงานของโหนด Logger	69
4.2.7 การทดสอบการทำงานของโหนด HMI	70
4.3 การสร้างและทดสอบระบบ OMD Server	72

4.4 การทดสอบการทำงานของระบบ OMD	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	77
5.1 บทสรุปงานวิจัย	77
5.2 ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก สรุป AT command ที่ใช้ควบคุมการทำงานของมอดูล GR64 [20]	83
ตัวอย่างการใช้มอดูล GR64 ร้องขอข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทาง	
โพรโทคอล HTTP ด้วยวิธี GET	84
ภาคผนวก ข ภาพวงจรต้นแบบของระบบ OMD	86
ภาคผนวก ค ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	94
ประวัติผู้เขียน	99

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1	ข้อสัญญาแต่ละขาของตัวเชื่อมต่อเพื่อวินิจฉัยปัญหา	6
2.2	บัสสื่อสารข้อมูลในระบบ OBD-II รองรับ	8
2.3	ความสัมพันธ์ของสมบัตินายส่งกับอัตราเร็วข้อมูล	11
2.4	มาตรฐานการสื่อสารภายใต้ข้อกำหนดการวินิจฉัย [10]	14
2.5	หมายเลขประจำตัวชิพขนาด 11 บิต	15
2.6	หมายเลขประจำตัวชิพขนาด 29 บิต	15
2.7	รูปแบบและพารามิเตอร์ของแต่ละชนิดเฟรมข้อมูล CAN	16
2.8	รายละเอียดของ Flow Status	17
2.9	ตัวอย่างการวินิจฉัยรถยนต์ด้วยโหมคการทำงาน 03 (ไม่มีพารามิเตอร์) และตรวจพบรหัส DTC คือ P0102	18
2.10	ตำแหน่งข้อมูลวัตถุตามธรรมชาติในพจนานุกรมวัตถุ	19
2.11	ชนิดบริการสื่อสารข้อมูลของโพรโทคอล CANopen	21
2.12	ฟิลด์ข้อมูลย่อยในเรคอร์ด GGA [13]	27
3.1	รูปแบบและตัวอย่างแพ็คเกจข้อมูล UART	39
3.2	รายการอีเอนท์และแอคชันของรูทีน Manager	40
3.3	รายการอีเอนท์และแอคชันของรูทีน OBD Interface	42
3.4	รูปแบบแพ็คเกจ SPI	42
3.5	ตัวอย่างการเข้ารหัสข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูด	43
3.6	รายละเอียดข้อมูลที่ส่งจาก OMD Client	44
4.1	รายชื่อบริการสื่อสารของโหนด Gateway	63
4.2	รายชื่อบริการสื่อสารของโหนด Locator	66
4.3	รายชื่อบริการสื่อสารของโหนด Online	67
4.4	รายชื่อบริการสื่อสารของโหนด Logger	69
4.5	รายชื่อบริการสื่อสารของโหนด HMI	70
4.6	URL สำหรับเรียกใช้แต่ละเว็บเพจ	72

สารบัญภาพ

รูป หน้า

2.1	ลักษณะและตำแหน่งขาสัญญาณของตัวเชื่อมต่อเพื่อวินิจฉัยปัญหา	6
2.2	ลักษณะการต่อใช้งานสแกนทูล	8
2.3	โครงสร้างการทำงานของบัส CAN ตามแบบจำลอง ISO/OSI	9
2.4	ลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของบัส CAN	10
2.5	ลักษณะของสัญญาณข้อมูลแต่ละสถานะ	10
2.6	เฟรมข้อมูลของบัส CAN	12
2.7	แผนผังลำดับการสื่อสารข้อมูลที่มีขนาดมากกว่า 7 ไบต์	17
2.8	โมเดลการทำงานของอุปกรณ์ CANopen	19
2.9	การจัดรูปแบบเฟรมข้อมูล CAN โดยโพรโทคอล CANopen	20
2.10	การกำหนดจังหวะทำงานด้วยข้อความ SYNC	22
2.11	การสื่อสารด้วยข้อความ SDO	22
2.12	ผังสถานะโหนดอุปกรณ์สลาฟ	23
2.13	กลไกการทำงานโพรโทคอล HTTP ของเทคโนโลยีเวิลด์ไวด์เว็บ	25
2.14	กลไกการทำงานของภาษา PHP ร่วมกับโพรโทคอล HTTP	25
2.15	ภาพรวมการทำงานของระบบจีพีเอส	26
3.1	โครงสร้างของระบบ OMD	28
3.2	โครงสร้างส่วน OMD Client	30
3.3	ผังสถานะของโหนดสเลฟ	31
3.4	รูปแบบเฟรมข้อมูลบริการ SDO ตามโพรโทคอล CANopen	32
3.5	รูปแบบเฟรมข้อมูลบริการ SDO ที่ใช้ในงานวิจัยนี้	32
3.6	รูปแบบเฟรมข้อมูลบริการ PDO ตามโพรโทคอล CANopen	33
3.7	รูปแบบเฟรมข้อมูลบริการ PDO ที่ใช้ในงานวิจัยนี้	33
3.8	โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของโหนดทั่วไป	33
3.9	โครงสร้างเฟิร์มแวร์ของส่วนควบคุมโหนด	34
3.10	ผังทำงานปกติของโหนดทั่วไป	36

3.11	ผังทำงานของรูทีน ISR	36
3.12	ผังเวลาเมื่อเกิดอินเทอร์รัพอย่างต่อเนื่องจาก CAN คอนโทรลเลอร์	37
3.13	ผังทำงานของรูทีน ISR รูทีน PDO และรูทีน AppEP	38
3.14	ผังโครงสร้างของโหนด Master	39
3.15	ทิศทางการเคลื่อนข้อมูลของโหนด Master	40
3.16	ผังโครงสร้างของโหนด Gateway	41
3.17	ทิศทางการเคลื่อนข้อมูลทำงานของสแกนทูล	42
3.18	ผังโครงสร้างของโหนด Locator	43
3.19	ผังโครงสร้างของโหนด Online	45
3.20	ผังสถานะงานและขั้นตอนการทำงานของมอดูลจีพีอาร์เอส	46
3.21	ผังโครงสร้างของโหนด Logger	47
3.22	ผังโครงสร้างของโหนด HMI	48
3.23	ผังโครงสร้างของโหนด Calculator	48
3.24	ภาพการทำงานของ OMD Server	49
4.1	ภาพตำแหน่งขาสัญญาณขั้วต่อไอดีซีจำนวน 10 ขาสัญญาณ	52
4.2	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Master	52
4.3	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Gateway	52
4.4	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Locator	53
4.5	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Online	53
4.6	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Logger	53
4.7	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด HMI	54
4.8	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์ของโหนด Calculator	54
4.9	ภาพการต่อใช้ฮาร์ดแวร์ทุกโหนดร่วมกัน	54
4.10	ภาพแผ่นวงจรพิมพ์ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า	55
4.11	แผนภูมิพื้นที่โปรแกรมและพื้นที่หน่วยความจำของ PIC18F2680	56
4.12	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master ที่พัฒนาด้วยภาษา C#	58
4.13	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master หลังจากกดปุ่ม Connect	58
4.14	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อต่อโหนดทำงานกับบัส CAN	59
4.15	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อส่งข้อความ GUARD	60
4.16	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อทดสอบบริการ SDO_RdIntTAB	60

4.17	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อส่งข้อความ NMT (Start)	61
4.18	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master ขณะได้รับข้อความ Position	61
4.19	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อส่งข้อความ NMT (EnterPre)	62
4.20	ภาพการหยุดทำงานซอฟต์แวร์ Virtual Master	62
4.21	แสดงการเชื่อมต่อกับตัวเชื่อมต่อเพื่อวินิจฉัยรถยนต์	64
4.22	แผงหน้าปัดรถยนต์เมื่อปิดกุญแจไปในตำแหน่ง “ON”	64
4.23	แผงหน้าปัดรถยนต์เมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์	65
4.24	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อส่งกลุ่มคำสั่งบริการ SDO_RdD0	65
4.25	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อทดสอบบริการ SDO_Setting	67
4.26	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master หลังจากเปลี่ยนคาบเวลาของข้อความตำแหน่ง	67
4.27	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master เมื่อทดสอบบริการ SDO_SendSMS	68
4.28	ภาพผลลัพธ์ SMS จากโทรศัพท์หมายเลขปลายทาง	69
4.29	ตัวอย่างเพิ่มข้อความที่บันทึกด้วยซอฟต์แวร์ Virtual Master	70
4.30	ภาพการทดสอบโหมด HMI โดยให้แสดงข้อมูลจากข้อความตำแหน่งและข้อมูลฐานเวลาจริง	71
4.31	ภาพโหมด HMI ขณะแสดงผลข้อความตำแหน่ง ข้อความฐานเวลาจริงและข้อมูลสถานะของรถยนต์บางส่วน	71
4.32	ภาพเว็บเพจหน้าแรกของระบบ OMD Server	72
4.33	ภาพเว็บเพจหน้าข้อมูลผู้ล็อกอินใช้งาน	72
4.34	ภาพเว็บเพจแสดงข้อมูลสถานะของรถยนต์ตามข้อมูลที่ใช้ทดสอบ	73
4.35	ภาพการทดสอบการทำงานของระบบ OMD Client ในรถยนต์#1	74
4.36	ภาพการทดสอบการทำงานของระบบ OMD Client ในรถยนต์#2	74
4.37	ภาพการทดสอบการทำงานของระบบ OMD Client ในรถยนต์#3	75
4.38	ภาพการทดสอบการทำงานของระบบ OMD Client ในรถยนต์#4	75
4.39	ภาพซอฟต์แวร์ Virtual Master ขณะระบบ OMD ทำงาน	75
4.40	เว็บเพจแสดงผลข้อมูลล่าสุดของรถยนต์ที่ OMD Server ได้รับ	76
4.41	เว็บเพจแสดงฐานข้อมูลที่ OMD Server บันทึกไว้	76