Modbus RTU Command Reference

> เอกสารอ้างอิงคำสั่ง Modbus RTU ที่ **มีการ implement ในเฟิร์มแวร์** สำหรับ LGS Standard Module
> ปรับปรุงล่าสุด: 20 เมษายน 2026

ข้อกำหนดการสื่อสาร

Parameter	Value
Protocol	Modbus RTU
Physical	RS485 Half-Duplex (Auto-direction)
Baud Rate	9600 (default, configurable)
Data Format	8N1 (8 data bits, No parity, 1 stop bit)
Default Slave ID	247 (configurable, range 1-246)
Response Delay	5 ms (กำหนดค่าได้, ชดเชยเวลาสลับทิศทางของ RS485 Hub)

Supported Function Codes

FC (Hex)	FC (Dec)	ชื่อ	สถานะ
0x01	1	Read Coils	รองรับ
0x02	2	Read Discrete Inputs	รองรับ
0x03	3	Read Holding Registers	รองรับ
0x04	4	Read Input Registers	รองรับ
0x05	5	Write Single Coil	รองรับ
0x06	6	Write Single Register	รองรับ
0x0F	15	Write Multiple Coils	รองรับ
0x10	16	Write Multiple Registers	รองรับ
0x11	17	Report Slave ID	รองรับ
0x16	22	Mask Write Register	รองรับ
0x17	23	Read/Write Multiple Registers	รองรับ

Memory Map

Area	Start Address	จำนวน	Range
Coils	0	1100	0 – 1099

Area	Start Address	จำนวน	Range
Discrete Inputs	0	1	0
Holding Registers	0	400	0 – 399
Input Registers	0	1	0

Holding Registers (FC03 Read / FC06, FC10 Write)

Device Group (Read-Only, loaded from EEPROM at boot)

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	หมายเหตุ
0	Device Type	30	10=Standard, 20=Narcotic, 30=Lite
1	Firmware Version	20045	รูปแบบ ddmmy (เช่น 20045 = 20/04/2025)
2	Hardware Version	430	รูปแบบ mnp (m=major, n=minor, p=production)

Device Group (Read/Write/Flash)

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	ช่วงค่า	หมายเหตุ
3	Baud Rate	9600	-	มีผลหลัง Save+Reset (Coil 503)
4	Identifier (Modbus ID)	247	1-246	มีผลหลัง Save+Reset (Coil 503)

Sensor Group (Read-Only, อัปเดตอัตโนมัติใน main loop)

Address	ชื่อ	หน่วย	หมายเหตุ
40	Time After Unlock	วินาที	ระยะเวลานับจากการปลดล็อกครั้งล่าสุด (แสดงค่า 0 ขณะ latch อยู่ในสถานะล็อก)

Configuration Group (Read/Write/Flash)

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	ช่วงค่า	หมายเหตุ
80	Unlock Delay	0	0-65535	ระยะเวลาหน่วงก่อนปลดล็อก (หน่วย: มิลลิวินาที)
110	**LED 1 Brightness**	80	0-100	เปอร์เซ็นต์
111	LED 1 Red	255	0-255	ค่าสีแดง
112	LED 1 Green	0	0-255	ค่าสีเขียว
113	LED 1 Blue	0	0-255	ค่าสีน้ำเงิน
114	LED 1 Max On Time	3600	0-65535	วินาที (0=ไม่จำกัด)
120	**LED 2 Brightness**	80	0-100	
121	LED 2 Red	0	0-255	

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	ช่วงค่า	หมายเหตุ
122	LED 2 Green	255	0-255	
123	LED 2 Blue	0	0-255	
124	LED 2 Max On Time	3600	0-65535	
130	**LED 3 Brightness**	80	0-100	
131	LED 3 Red	0	0-255	
132	LED 3 Green	0	0-255	
133	LED 3 Blue	255	0-255	
134	LED 3 Max On Time	3600	0-65535	
140	**LED 4 Brightness**	80	0-100	
141	LED 4 Red	255	0-255	
142	LED 4 Green	215	0-255	
143	LED 4 Blue	0	0-255	
144	LED 4 Max On Time	3600	0-65535	
150	**LED 5 Brightness**	80	0-100	
151	LED 5 Red	0	0-255	
152	LED 5 Green	255	0-255	
153	LED 5 Blue	255	0-255	
154	LED 5 Max On Time	3600	0-65535	
160	**LED 6 Brightness**	80	0-100	
161	LED 6 Red	255	0-255	
162	LED 6 Green	0	0-255	
163	LED 6 Blue	255	0-255	
164	LED 6 Max On Time	3600	0-65535	
170	**LED 7 Brightness**	80	0-100	
171	LED 7 Red	255	0-255	
172	LED 7 Green	60	0-255	
173	LED 7 Blue	0	0-255	
174	LED 7 Max On Time	3600	0-65535	
180	**LED 8 Brightness**	80	0-100	
181	LED 8 Red	255	0-255	

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	ช่วงค่า	หมายเหตุ
182	LED 8 Green	245	0-255	
183	LED 8 Blue	120	0-255	
184	LED 8 Max On Time	3600	0-65535	

> **รูปแบบ LED**: ทุก LED ใช้ Base Address + Offset เดียวกัน
> สูตร: `LED_N_ADDR = 110 + (N-1) * 10` โดย N = 1..8
> Offset: +0=Brightness, +1=Red, +2=Green, +3=Blue, +4=MaxOnTime

Global Configuration (Read/Write)

Address	ชื่อ	ค่าเริ่มต้น	ช่วงค่า	Action
190	Global Brightness	0	0-100	เมื่อเขียนค่าใหม่ ระบบจะกำหนดค่าความสว่างให้ LED ทุกดวงพร้อมกัน (ทำงานเฉพาะเมื่อค่าเปลี่ยน)
194	Global Max On Time	0	0-65535	เมื่อเขียนค่าใหม่ ระบบจะกำหนดค่า Max On Time ให้ LED ทุกดวงพร้อมกัน (ทำงานเฉพาะเมื่อค่าเปลี่ยน)

Status Group (Read-Only, อัปเดตอัตโนมัติใน main loop)

Address	ชื่อ	หน่วย	หมายเหตุ
200	Total LED On Count	ครั้ง	ผลรวมจำนวนครั้งการเปิด LED ทั้ง 8 ดวง (จำกัดสูงสุด 65535)
201	Total LED On Time	วินาที	ผลรวมเวลาการเปิด LED ทั้ง 8 ดวง (จำกัดสูงสุด 65535)
210	LED 1 On Counter	ครั้ง	จำนวนครั้งที่ LED 1 ถูกเปิด (จำกัดสูงสุด 65535)
211	LED 1 On Time	วินาที	เวลาเปิดสะสมของ LED 1 (จำกัดสูงสุด 65535)
220	LED 2 On Counter	ครั้ง	
221	LED 2 On Time	วินาที	
230	LED 3 On Counter	ครั้ง	
231	LED 3 On Time	วินาที	
240	LED 4 On Counter	ครั้ง	
241	LED 4 On Time	วินาที	
250	LED 5 On Counter	ครั้ง	
251	LED 5 On Time	วินาที	
260	LED 6 On Counter	ครั้ง	
261	LED 6 On Time	วินาที	
270	LED 7 On Counter	ครั้ง	

Address	ชื่อ	หน่วย	หมายเหตุ
271	LED 7 On Time	วินาที	
280	LED 8 On Counter	ครั้ง	
281	LED 8 On Time	วินาที	

> **สูตร Status**: `LED_N_ON_COUNTER = 210 + (N-1) * 10`, `LED_N_ON_TIME = 211 + (N-1) * 10`

Coils (FC01 Read / FC05, FC0F Write)

Operation Group

Address	ชื่อ	Action	ผลลัพธ์
500	Factory Reset (Gate)	เขียน 1	เปิด gate -- ต้องใช้ร่วมกับ Coil 501 หรือ 502 จึงจะมีผล
501	Factory Reset Except ID	เขียน 1 (ต้องตั้ง Coil 500=1 ร่วมด้วย)	คืนค่าทั้งหมดเป็นค่าเริ่มต้นจากโรงงาน ยกเว้น Modbus ID จากนั้นรีบูต
502	Factory Reset All Data	เขียน 1 (ต้องตั้ง Coil 500=1 ร่วมด้วย)	คืนค่าทั้งหมดเป็นค่าเริ่มต้นจากโรงงาน รวมถึง Modbus ID จากนั้นรีบูต
503	Write to EEPROM	เขียน 1	บันทึก registers ทั้งหมดลง EEPROM พร้อมบันทึก OTA config จากนั้นรีบูต
504	Software Reset	เขียน 1	รีบูตอุปกรณ์ทันที (ไม่บันทึกค่า)
505	OTA Update	เขียน 1	เข้าสู่โหมดรับเฟิร์มแวร์ผ่าน RS485 (ไม่กลับเข้า main loop, ต้อง power cycle หากล้มเหลว)

> **ขั้นตอน Factory Reset**: จำเป็นต้องเขียน Coil 500=1 ร่วมกับ Coil 501=1 หรือ 502=1 ภายในคำสั่ง FC0F เดียวกัน (หรือภายในรอบ poll เดียวกัน)

Control Group - LED Enable

Address	ชื่อ	Action เขียน 1	Action เขียน 0
1001	LED 1 Enable	เปิด LED 1 ตามค่าสีและความสว่างที่กำหนดใน registers	ดับ LED 1
1002	LED 2 Enable	เปิด LED 2	ดับ LED 2
1003	LED 3 Enable	เปิด LED 3	ดับ LED 3
1004	LED 4 Enable	เปิด LED 4	ดับ LED 4
1005	LED 5 Enable	เปิด LED 5	ดับ LED 5
1006	LED 6 Enable	เปิด LED 6	ดับ LED 6
1007	LED 7 Enable	เปิด LED 7	ดับ LED 7
1008	LED 8 Enable	เปิด LED 8	ดับ LED 8

> **การตรวจจับสถานะ**: LED จะเปลี่ยนสถานะเฉพาะเมื่อค่า coil เปลี่ยนจากค่าเดิม (ทำงานแบบ edge-triggered)
> สูตรคำนวณ address: `MB_COIL_LED_N_ENABLE = 1001 + (N-1)` เมื่อ N = 1..8

Control Group - FW Version Demo

Address	ชื่อ	Action
1000	FW Version Demo	เขียน 1: แสดงตัวเลขเวอร์ชันเฟิร์มแวร์เป็นรหัสสีบน LED 1-5 โดย LED 6-8 แสดงสีขาวอ่อน (coil รีเซ็ตกลับเป็น 0 โดยอัตโนมัติ)

> **ตารางรหัสสี**: 0=White, 1=Red, 2=Green, 3=Blue, 4=Yellow, 5=Cyan, 6=Magenta, 7=Orange, 8=Pink, 9=Purple

Control Group - Latch Trigger

Address	ชื่อ	Action
1020	Latch Trigger	เขียน 1: หน่วงเวลาตาม unlock_delay จากนั้นปลดล็อก latch เป็นเวลา 300 ms (coil รีเซ็ตกลับเป็น 0 โดยอัตโนมัติ)

Control Group - LED + Latch (Combined)

Address	ชื่อ	Action
1021	LED 1 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 1, หน่วงเวลาตาม unlock_delay, ปลดล็อก 300 ms (coil รีเซ็ตอัตโนมัติ, ตั้ง Coil 1001=1)
1022	LED 2 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 2 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1002=1)
1023	LED 3 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 3 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1003=1)
1024	LED 4 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 4 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1004=1)
1025	LED 5 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 5 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1005=1)
1026	LED 6 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 6 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1006=1)
1027	LED 7 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 7 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1007=1)
1028	LED 8 + Latch	เขียน 1: เปิด LED 8 พร้อมปลดล็อก (ตั้ง Coil 1008=1)

> สูตรคำนวณ address: `MB_COIL_LED_N_LATCH = 1021 + (N-1)` เมื่อ N = 1..8

Address ที่ประกาศไว้แต่ยังไม่มี Implementation (Reserved)

ชนิด	Address	ชื่อ	สถานะ
Register	20	Built-in Temperature	ยังไม่มีโค้ดอ่านค่าเซนเซอร์
Register	60	Set Number of Displays	ยังไม่มีโค้ดจัดการ
Register	290	Display On Counter	ยังไม่มีโค้ดจัดการ
Register	291	Display On Time	ยังไม่มีโค้ดจัดการ
Coil	1010	Display Enable	ยังไม่มีโค้ดจัดการ
Coil	1011-1018	LED N Display	ยังไม่มีโค้ดจัดการ

หมายเหตุทางเทคนิค

การบันทึกค่าถาวร (Flash/EEPROM)

- ค่าที่เขียนลง Holding Register จะเก็บอยู่ใน **RAM เท่านั้น** จนกว่าจะสั่ง **Coil 503 = 1**
- เมื่อเขียน Coil 503 ระบบจะคัดลอกค่า registers ทั้งหมดลง EEPROM จากนั้น **รีบูตอัตโนมัติ**
- รายการค่าที่สามารถบันทึกถาวรได้: Baud Rate, Identifier, LED Configuration (สี, ความสว่าง, Max On Time), Unlock Delay

ข้อจำกัดด้านเวลา (Timing Constraints)

- Latch มีกลไกป้องกัน: ระยะเวลาปลดล็อกสูงสุด 500 ms และห้ามสั่งปลดล็อกซ้ำภายใน 2000 ms
- Max On Time: เมื่อ LED ทำงานต่อเนื่องจนเกินค่า Max On Time ที่กำหนด ระบบจะดับ LED โดยอัตโนมัติพร้อมรีเซ็ต Coil Enable เป็น 0
- Global Brightness และ Global Max On Time: ทำงานเฉพาะเมื่อค่าที่เขียนแตกต่างจากค่าเดิม (ไม่ทำงานซ้ำเมื่อเขียนค่าเดิม)

Response Delay

- ค่าเริ่มต้น 5 ms แทรกระหว่างการรับ request และการส่ง reply
- สามารถปรับค่าในโค้ดได้ผ่าน `RTUServer.setResponseDelay(ms)`
- วัตถุประสงค์: ชดเชยเวลาสลับทิศทางของวงจร auto-direction บน RS485 Hub

โหมดการทำงาน (Operating Modes)

Modbus poll ทำงานใน **ทุกโหมด** อย่างไรก็ตาม logic ของ LED Control (Coil 1001-1028) และการเก็บสถิติจะทำงานเฉพาะใน **FUNC_SW_RUN** mode เท่านั้น

Mode	Function Switch	Modbus Poll	LED Control Logic
RUN	ไม่กดปุ่ม	ทำงานสมบูรณ์	ทำงาน
DEMO	กดค้าง >1 วินาที	ทำงาน (อ่าน/เขียน registers ได้)	ไม่ทำงาน (LED กะพริบอัตโนมัติ)
SET_ID	กดค้าง >5 วินาที	ทำงาน (ใช้ ID=246)	ไม่ทำงาน (LED กะพริบสีน้ำเงิน)
FACTORY_RESET	กดค้าง >10 วินาที	ไม่ทำงาน (รีเซ็ตก่อนเข้า poll)	ไม่ทำงาน
OTA	กดค้าง >11 วินาที	ไม่ทำงาน (ไม่เข้า main loop)	ไม่ทำงาน