

# การทดสอบความสมบูรณ์ (INTEGRITY TESTING)

ของ

VRLA

(VALVE REGULATED LEAD ACID BATTERY)

- วิธีที่ 1 การวัดแรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่โดยไม่ได้ต่อใช้งาน (Open Circuit Test, OCV)

ภายหลังจากการ Charge เราสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของสารละลายในเซลล์กับความจุของแบตเตอรี่ได้ โดย OCV ของเซลล์

โดยประมาณ : ความถ่วงจำเพาะ ( S.G ) + 0.84 = OCV (Volts)

ตัวอย่าง : แบตเตอรี่ชนิดที่มีประจุเต็มที่ ควรจะต้องมี S.G เท่ากับ 1.300

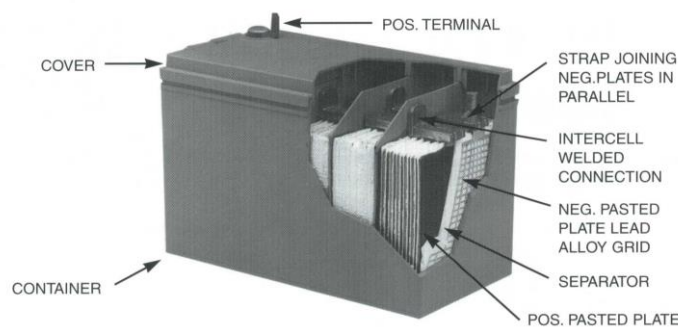
$$\text{ฉะนั้น OCV} = 1.3000 + 0.84$$

$$= 2.14 \text{ V/C}$$

- รายละเอียดจากตารางข้างล่างนี้

% Charged	AGM Electrolyte S.G	Cell OCV	3 Cell OCV	6 Cell OCV
100	1.300	2.14	6.42	12.84
80	1.260	2.10	6.30	12.60
75	1.250	2.09	6.27	12.54
50	1.200	2.04	6.12	12.24
25	1.150	1.99	5.97	11.94
0	1.100	1.94	5.82	11.64

ถ้าแรงดันที่วัดได้ต่ำกว่า 11.64 Vpc. แสดงว่าแบตเตอรี่ไม่สามารถเก็บประจุได้อีกต่อไป



รูปที่ 1 VRLA Battery Components

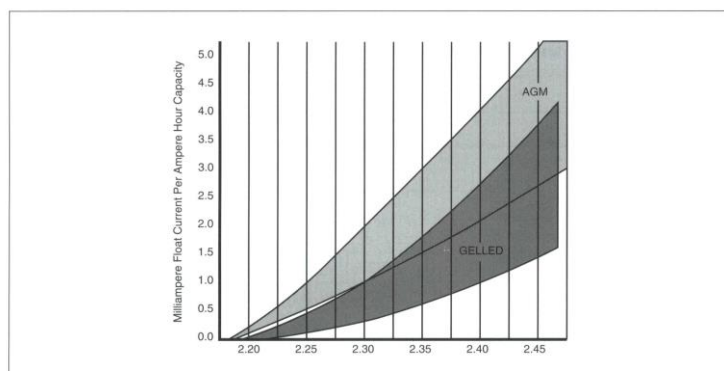
1. ให้ประจุ (Charge) แบตเตอรี่ให้เต็ม (เป็นเวลา 24 ชม. อย่างน้อย) ที่ 8 ชม. โดยให้แรงดัน 2.4 Vpc. (ที่ 8 ชม.) และ 2.25 Vpc.(ที่ 16 ชม.) โดยปรับให้ Current Limit ของกระแสประจุ แบตเตอรี่โดยปรับที่เครื่อง Charger ไว้ที่ 10% ของพิกัดที่ 10 hr-rate (0.1C10)
2. เปิดวงจรแบตเตอรี่ออกโดยโยก Battery Fuse Load Break ออกแล้วทิ้งไว้ 24 hr. เป็นอย่างน้อย เพื่อวัดแรงดันแบตเตอรี่แต่ละลูกเรียกว่า Open Circuit Voltage หรือ OCV โดยเกี่ยวกับตารางที่ให้ไว้ ว่าแล้วมีขนาดแรงดันเท่าไร ซึ่งจะสามารถบอกถึงความจุของแบตเตอรี่ลูกนั้น ๆ ได้
3. แรงดันที่ได้จาก ข้อ 3 ควรมีค่ามากกว่า 12.54 V ต่อ 1 ลูก สำหรับแบตเตอรี่ที่มี Nominal Voltage ที่ 12 V (6 Cell ต่อลูก)
4. ค่า OCV ที่ได้อนุญาตให้แตกต่างกันได้ระหว่าง 12.6 V ถึง 12.4 V

หมายเหตุ : โดยปกติจะถูกตั้งค่าไว้เรียบร้อยแล้ว

### • วิธีที่ 2 On Charge Acceptance Test

ค่าของกระแสที่ไหลเข้าแบตเตอรี่นั้น ๆ จะถูกกำหนดโดย Charging Voltage และอุณหภูมิในขณะนั้น ซึ่งกระแสดังกล่าวจะสามารถกำหนดเกณฑ์เป็นข้อมูลที่บอกถึงคุณสมบัติของชุดแบตเตอรี่นั้น ๆ

กระแสปกติที่ไหลเข้าแบตเตอรี่ชนิด AGM ในขณะประจุเต็ม (Specific Gravity, 1.300) ในรูปที่ 2 แรงดันขณะทำการประจุ 2.3 V/C ที่ 25°C ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 1.75 Milliamperes ต่อ Ampere - Hour ของพิกัดที่ 10 hour -rate



๒

### ❖ กรณีที่ 1

ถ้ากระแสดังกล่าวข้างต้นมีค่าสูงกว่า 3-4 เท่า (ในสภาวะที่แบตเตอรี่ได้รับการประจุจนเต็ม) นั่นคือ อาจจะมีโอกาสที่แบตเตอรี่ 1 หรือมากกว่า 1 ถูกเกิดการ Shorted Cell (ซึ่งอาจตรวจสอบได้ด้วยวิธี OCV โดยการปลด Charger ออก) โดยทำตามวิธีที่ 1

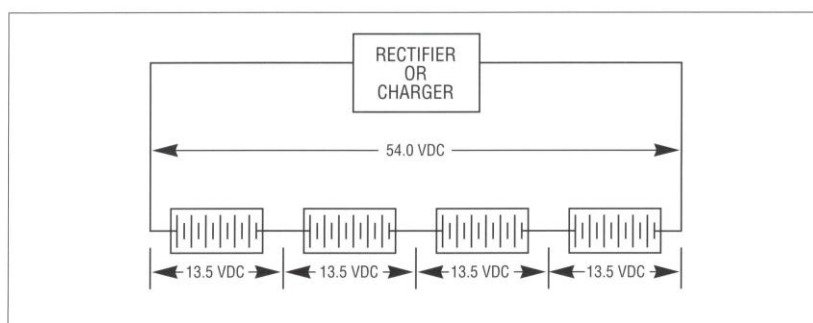
### ❖ กรณีที่ 2

ถ้ากระแสดังกล่าวมาข้างต้นมีค่าต่ำมากอย่างเห็นได้ชัด mA และแบตเตอรี่ได้รับการประจุจนเต็มมากกว่า 48 ชั่วโมงแล้ว อาจสงสัยได้ว่ามีแบตเตอรี่บางลูก Open Circuit ให้ตรวจหาแบตเตอรี่ลูกนั้นตามวิธีที่ 1 แล้วนำมาทดสอบโดยวิธี Load Test (เพื่อความปลอดภัยให้ทดสอบทุก ๆ ลูก) มีด้วยกัน 2 สภาวะในระหว่างการประจุแบตเตอรี่ที่ทำให้เกิดแบตเตอรี่เปิดวงจรภายใน

1. เมื่อแบตเตอรี่ ชนิด VRLA ถูกคายประจุ (Discharge) แล้วหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งเรียกว่า Discharge Cycle โดยมากแล้ว Sulfuric Acid ที่ใช้เป็น Electrolyte ถูกใช้งานมากจนเสื่อมสภาพ และจะไม่สามารถรับและผ่านกระแสในขณะที่ทำการประจุได้ ความเป็นจริงมีกระแสจำนวนน้อยมาก ซึ่งไม่สามารถอ่านได้ Ammeter อย่างถูกต้อง แต่เราอาจสังเกตได้ว่ากระแสในช่วงเวลาที่ผ่านไป 24 ชม.หลังจาก Initial Charge ได้ลดลงหรือไม่
2. เมื่อเราเก็บแบตเตอรี่ไว้นานด้วยผลของ Self Discharge ทำให้ Sulfate ติดบนแผ่นธาตุอย่างหนาแน่น ซึ่งยากต่อการกลับคืนสู่สภาพดั้งเดิม ดังนั้น จะทำให้เกิดความต้านทานภายในที่สูงและไม่สามารถวัดกระแสในการประจุได้ ดังนั้น จึงไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ไว้โดยไม่มีกระแสเป็นเวลานาน ๆ ในกรณีที่แบตเตอรี่ถูกเก็บไว้เป็นเวลานานอาจทำการประจุใหม่ที่เรียกว่า Initial Charge ที่แรงดัน 2.4 VPC. เป็นเวลา 8 ชั่วโมงเพื่อกระตุ้นแผ่นธาตุด้วยแรงดันซึ่งจะมีผลทำให้ช่วยลดการเกิดของ Sulfate บนแผ่นธาตุได้

### • วิธีที่ 3 On Charge Voltage Testes

เมื่อเซลล์ต่าง ๆ ได้ถูกนำต่ออนุกรมกัน และถูกประจุด้วยแรงดันที่คงที่โดยมีกระแสในแต่ละเซลล์เท่ากัน แรงดันที่วัดได้คร่อมแต่ละเซลล์หรือแต่ละลูกจะเป็นตัวแทนของสถานะของการประจุแบตเตอรี่, ความต้านทานภายใน (Impedance) และระดับผลกระทบในการรวมตัวของออกซิเจน (Oxygen Recombination Reaction) ที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่แต่ละลูก ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 Battery Charging Voltage Distribution

### ⇒ Float Charge Tests

อาจจะกล่าวได้ว่าแบตเตอรี่ในขณะ Float Charge นั้น ควรได้รับแรงดันที่คงที่และกระแสที่มีปริมาณที่เพียงพอที่จะชดเชยสภาวะ Self Discharge และ เพื่อชดเชยอย่างเหมาะสมกับพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในช่วง Discharge สำหรับ AGM และ Gelled Electrolyte VRLA Battery ควรมี Electrolyte Specific Gravity ระหว่าง 1.28 ถึง 1.30 สำหรับแรงดันที่เหมาะสมที่ 2.25 และ 2.30 Voltage per Cell

สำหรับตัวอย่าง 48 โวลต์ ใน 1 แก้วที่มีแบตเตอรี่ 4 ลูก ต่ออนุกรมกัน ใน 1 ลูก มี 6 เซลล์ ควรมีแรงดันขณะทำการประจุที่ 54 โวลต์ ถ้าทุก ๆ เซลล์มีคุณลักษณะเหมือนกัน (2.25 VPC) และสามารถวัด

แรงดันได้ และลูกเท่ากับ 13.5 V โดยธรรมชาติแล้วแบตเตอรี่ทุกลูกจะมีคุณลักษณะเหมือนกันหมด และแรงดันของแต่ละลูกก็จะต่างกันไปจากค่าเฉลี่ย แบตเตอรี่ชนิด VRLA ไม่นับญาติให้แรงดันขณะ Float Charge เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับแบบ Vented Cell ก็เนื่องมาจาก Oxygen Recombination Reaction อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอย่างมากก็จะมีผลต่อการลงทุนในอนาคต นั่นก็หมายถึงการเปลี่ยนแบตเตอรี่นั่นเอง

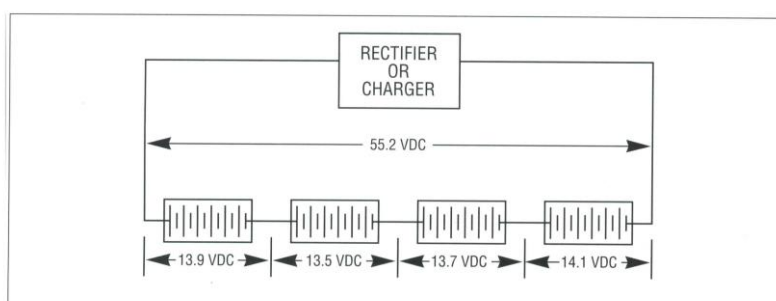
การตรวจวัด Floating Voltage อย่างสม่ำเสมอทำให้เราทราบถึงแรงดันต่ำของแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นสาเหตุมาจาก Shorted Cell ที่ซึ่งแรงดันสูงมาก ๆ ก็จะหมายถึง Open Cell ซึ่งทั้ง 2 เหตุการณ์นำมาซึ่งความเสียหายของแบตเตอรี่ลูกอื่น ๆ ที่นำมาต่ออนุกรมกัน

### ➤ Low Voltage Cells

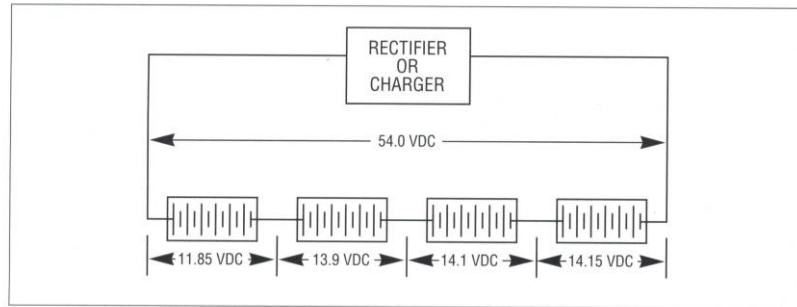
เมื่อไรก็ตามเมื่อวัดแรงดันในขณะ Float Charge ที่มีแรงดันต่ำกว่า 2.16 VPC หรือ 13.3 VPC (สำหรับ 6 Cell Batteries) ให้ตั้งข้อสงสัยเลยว่าเกิด Short Cell และควรจะต้องเปลี่ยนทดแทนการคงอยู่ของสภาพการ Short Cell สามารถจะค้นหาได้ด้วยการวัดแรงดันแบตเตอรี่ในขณะ Open Circuit หลังจากเวลาผ่าน 12 – 24 ชั่วโมงแล้ว

ผลของ Shorted Cell ที่มีต่อแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมกันอยู่ กล่าวคือ ถ้าแบตเตอรี่ลูกที่เกิด Shorted Cell มีการจ่ายโหลดด้วยกระแสสูงก็จะมีความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดการลัดวงจรภายใน และเกิดการหลอมละลายระหว่างแผ่นธาตุจนเกิดประกายไฟ และติดไฟภายในแบตเตอรี่ได้ อีกกรณีหนึ่งคือ ทำให้กระแสในขณะ Float Charge เพิ่มขึ้นจนทำให้เกิด Over Charge เกิดสภาพ Gassing จนกระทั่ง Electrolyte แห้งและเป็นสาเหตุของการเกิด Thermal Runaway

ฉะนั้น จึงควรสังเกตแรงดันของแบตเตอรี่ในขณะ Float Charge ควรเป็นไปตามรูปที่ 4 แต่ถ้าพบแรงดันต่ำขึ้นบนแบตเตอรี่ ตามรูปที่ 5 ให้ปลดแบตเตอรี่ลูกที่มีแรงดันต่ำออก และเปลี่ยนทดแทนแบตเตอรี่ลูกที่เสียด้วยแบตเตอรี่ลูกใหม่ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมากที่สุด

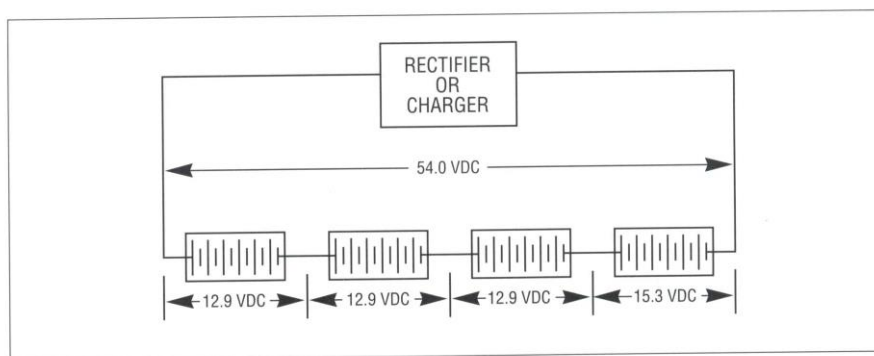


รูปที่ 4 Battery Charging Voltage Typical distribution



### รูปที่ 5 Charging Voltage Distribution with a Shorted Cell ➤ High Voltage Cells

ในทางปฏิบัติแรงดันคร่อมแบตเตอรี่ในขณะ Float Charge ไม่ควรเกิน 2.47 VPC หรือ 14.8 V(6 Cell Batteries) แบตเตอรี่ลูกใดก็ตามที่อยู่ในแถวเดียวกัน มีแรงดัน Float Charge คงที่แต่มีแรงดันสูงกว่าลูกอื่น ให้สงสัยว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นอาจเกิดการ Open Circuit ดังในรูปที่ 6 แบตเตอรี่ 3 ลูกมีแรงดันต่ำกว่าอีก 1 ลูก ซึ่งมีแรงดันสูงถึง 15.3 V เนื่องจากตัวมันเองมีค่าความต้านทานที่สูง (แต่ไม่ได้ Open Circuit อย่างแท้จริง) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าจะไม่มี Float Current ไหลผ่านระบบและแบตเตอรี่ทั้ง 3 ลูก ก็จะไม่ได้รับการประจุ ในกรณีแบตเตอรี่ทั้ง 3 ลูก ยังคงมีอยู่แต่มีความจุไม่พอเท่านั้น ที่สำคัญคือ เมื่อแบตเตอรี่ชุดดังกล่าวมาในรูปที่ 5 จ่ายกระแสอย่างทันทีทันใด จะเกิดประกายไฟ Spark ภายในแบตเตอรี่ลูกที่มีแรงดันสูง และเกิดทำปฏิกิริยากับ Gass ในตัวแบตเตอรี่จนอาจเกิดความเสียหายได้



### รูปที่ 6 Charging Voltage Distribution with and Open Cell

อนึ่ง ปัจจุบันจะมีเครื่องมือสำหรับวัด Internal Resistance หรือ Conductance ของแบตเตอรี่ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถตรวจสอบอายุโดยประมาณของแบตเตอรี่ได้ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อ Impedance and Conductance Test