

Power Factor Controller RVC

โหมดการทำงาน

1. AUTO mode

RVC จะสั่งทำงานเองโดยอัตโนมัติตามเป้าหมายของค่า PF และค่า setting อื่นๆ ที่ถูกตั้งค่าไว้ (target PF, C/k,)

2. MANUAL mode

โหมดนี้ผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมการทำงานของ capacitor แต่ละ step ได้เอง โดยการกดเครื่องหมายบวก “+” เพื่อเรียกใช้งาน capacitor เพิ่ม หรือ เครื่องหมายลบ “-” เพื่อสั่งให้ปลด capacitor ออก

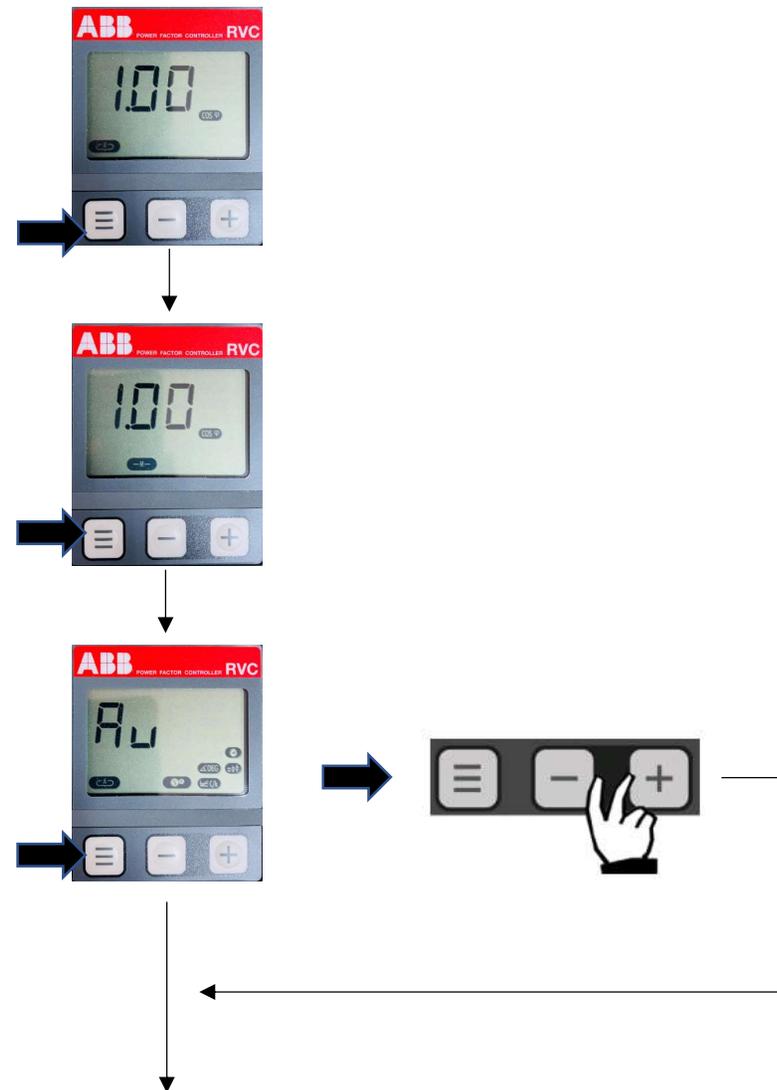
3. AUTO SET mode

เป็นการให้ RVC ทำการหาค่า setting ตัวเองโดยอัตโนมัติ โดย RVC จะทำการหาค่า **มุม Phase, C/k, DELAY, STEPS** ของ **outputs 1, 2, 3,**

RVC จะทำการ commissioning ตัวเองโดยอัตโนมัติ หลังจากนั้นผู้ใช้งานจะต้องทำการ set ค่า PF เอง (ค่าจากโรงงาน คือ 1.0) โดยการไปที่ MAN SET mode

***กระบวนกรนี้อาจใช้เวลาหลายนาที**

****กระบวนกรนี้อาจไม่สำเร็จถ้ามี Capacitor เสื่อม, Fuse ขาด, โหลดน้อย, โหลดไม่คงที่ เป็นต้น**



4. MAN SET mode

Manual setting จะเป็นการใส่ค่า parameter ต่างๆ ด้วยตัวผู้ใช้งานเอง เช่น COS φ (PF), PHASE, C/k, DELAY, STEPS ของ outputs 1, 2, 3,, Vrms Max, Vrms Min, THDV Max

ค่า Setting ต่างๆ ของ MAN SET mode

COS φ

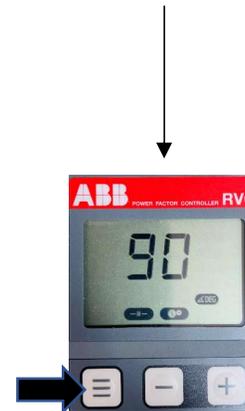
คือ ค่า PF ที่ต้องการ สามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่

$0.7 \text{ ind (} \text{Ⓜ} \text{)} \leq \text{Cos } \varphi \leq 0.7 \text{ cap (} \text{Ⓢ} \text{)}$ โดยปกติทั่วไปจะแนะนำให้ตั้งไว้ที่ **“0.95 ind (Ⓜ)”**

PHASE

คือ ค่าองศาทางไฟฟ้าระหว่าง “แรงดันไฟฟ้า” และ “กระแสไฟฟ้า”

(อ้างอิงถึง #11) โดยปกติทั่วไปจะ wiring แรงดันจาก Phase L2 และ L3, ใช้ Main CT จาก Phase L1 ค่าที่ได้ คือ **“90 DEG”**



C/k

คือ ค่าความเหมาะสมของ RVC ที่จะตัดสินใจสั่งให้ capacitor เข้าทำงาน หรือไม่ให้ทำงาน โดยค่านี้จะ set ไว้ที่ประมาณ 2/3 ของกระแสของ capacitor ที่ step เล็กที่สุดของตู้นั้นๆ

C/k คือ ค่าที่เกี่ยวข้องกันระหว่าง ค่า Q ของ capacitor ที่เล็กที่สุดของตู้นั้นๆ (Q in kvar), V (แรงดันของระบบที่ใช้งาน), k (CT Ratio ของ Main CT Incoming)

- *ตัวอย่าง - ระบบใช้งาน capacitor 10 x 50 kvar, 400 V.
- Main CT Ratio คือ 2,000 / 5 A.

$$C/k = \frac{\frac{2}{3} \times Q \times 1,000}{\sqrt{3} \times U \times k}$$

$$= \frac{\frac{2}{3} \times 50 \times 1,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 400}$$

$$= 0.120$$

3-Phase		1-Phase												
$C/k = \frac{2}{3} \times \frac{Q \times 1000}{\sqrt{3} \times U \times k}$		$C/k = \frac{2}{3} \times \frac{Q \times 1000}{U \times k}$												
C/k: 3-Ph/400V														
CT Ratio		Capacitor step rating (kvar)												
K		5	10	15	20	30	40	50	60	70	90	100	120	
10/1	50/5	10	0.48	0.97	1.45	1.93	2.90	3.87	4.84					
20/1	100/5	20	0.24	0.48	0.73	0.97	1.45	1.93	2.42	2.90	3.38	4.35	4.84	
30/1	150/5	30	0.16	0.32	0.48	0.64	0.97	1.29	1.61	1.93	2.26	2.90	3.22	3.87
40/1	200/5	40	0.12	0.24	0.36	0.48	0.73	0.97	1.21	1.45	1.69	2.18	2.42	2.90
60/1	300/5	60	0.08	0.16	0.24	0.32	0.48	0.64	0.81	0.97	1.13	1.45	1.61	1.93
80/1	400/5	80	0.06	0.12	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.73	0.85	1.09	1.21	1.45
100/1	500/5	100	0.05	0.10	0.15	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.68	0.87	0.97	1.16
120/1	600/5	120	0.04	0.08	0.12	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.73	0.81	0.97
160/1	800/5	160	0.03	0.06	0.09	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.54	0.60	0.73
200/1	1000/5	200	0.02	0.05	0.07	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.44	0.48	0.58
300/1	1500/5	300	0.02	0.03	0.05	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.29	0.30	0.39
400/1	2000/5	400	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	0.22	0.23	0.29
600/1	3000/5	600	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.15	0.15	0.19



DELAY

คือ เวลา switching ของ capacitor แต่ละ step.

โดยค่าจะ set ไว้ที่ 40 – 60 sec

STEPS

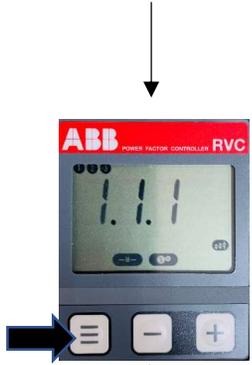
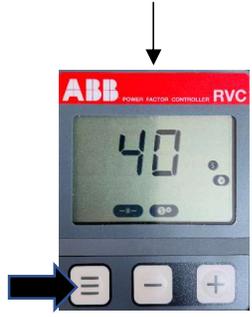
คือ อัตราส่วนระหว่าง capacitor แต่ละ step ภายในตู้หนึ่งๆ มีสูงสุด 12 outputs, สามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0, 1, 2, ..., 9 และ F โดย

“1” หมายถึง capacitor ลูกที่เล็กที่สุดในตู้หนึ่งๆ (สามารถอ้างอิงจากการ set ค่า C/k) ตัวอย่างเช่น ตั้งค่าเป็น 1:1:2:4 สำหรับ capacitor ขนาด 25 kvar : 25 kvar : 50 kvar : 100 kvar

ซึ่งโดยทั่วไป LV Capacitor Bank จะมีขนาดเท่าๆกันทุก step ดังนั้นควรตั้งค่าไว้ที่ “1:1:1:.....:1” แล้วแต่จำนวน outputs ของ capacitor bank นั้นๆ

“0” หมายถึง ไม่ต้องการให้ output นั้นๆทำงาน ยกตัวอย่างเช่น มี capacitor ของ step ที่ 2 เสียอยู่ ไม่ต้องการให้ส่งใช้งาน ควรตั้งค่า = 1:0:1 เป็นต้น

“F” หมายถึง ต้องการใช้งาน capacitor ของ step นั้นๆ ตลอดเวลา โดยไม่มีการปลดออก เช่น ต้องการใช้งาน capacitor step ที่ 1 ตลอดเวลา = F:1:1 เป็นต้น



..... set ให้ครบตาม outputs ที่ใช้งาน

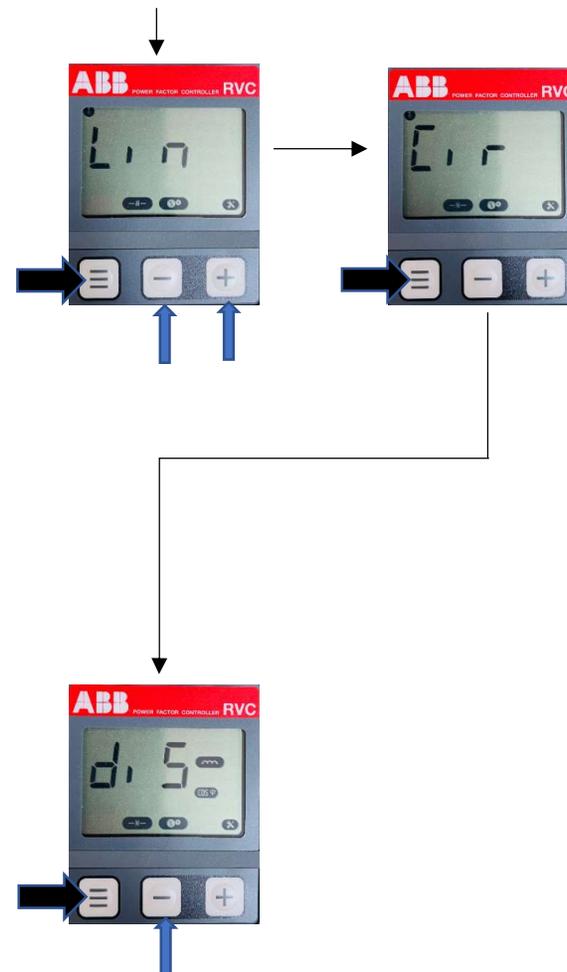
FEATURE 1 : Linear / Circular (อ้างอิง #8)

Linear : เข้าก่อน ออกทีหลัง

Circular : เข้าก่อน ออกก่อน

เปลี่ยนเป็น Lin หรือ Cir โดยกดเครื่องหมายบวก “+”

หรือ เครื่องหมายลบ “-”



FEATURE 2 : Generative / Regenerative target Cos φ

คือ เป้าหมายทางเลือกของ Cos φ จะทำงานเมื่อค่า Power ไหลกลับทาง (P<0)
ตั้งค่าได้ตั้งแต่ $-0.7 \leq \text{Cos } \varphi \leq -1.0$

จะมีเครื่องหมายติดลบอยู่ด้านหน้าค่า PF เมื่อ Power มีกลับไหลย้อนกลับ
หากไม่ต้องการใช้งานสามารถปิด feature นี้ได้ โดยการกดเครื่องหมายลบ “-”
จนเจอคำว่า “d.5”

Protection 1 & 2 : Overvoltage (Max Vrms) / Undervoltage (Min Vrms)

คือ พารามิเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถตั้งค่าได้สำหรับการป้องกัน capacitor bank โดยค่าที่แนะนำ = $0.9 V_{nom} < V_{min}$; $V_{max} < 1.1 V_{nom}$.

- หากแรงดันไฟฟ้าของระบบเกินขีดจำกัด (V_{max}) หรือต่ำกว่าขีดจำกัด (V_{min}) จะทำให้ outputs ของ RVC ทั้งหมดจะปลด capacitor ออกทีละ step
- ในกรณีที่ระดับแรงดันไฟฟ้าไม่เสถียรต่อเนื่องแต่ไม่ต้องการให้ capacitor ปลดออกบ่อยๆ สามารถยกเลิกการป้องกันได้โดยการปิดการใช้งานเงื่อนไขนี้ โดยการกดเครื่องหมายลบ "-" จนเจอคำว่า "d 5"

*ยกตัวอย่างเช่น Capacitor Bank ใช้งานในระบบ 400 V. จะได้ค่า

$$V_{rms} \text{ Max} = 400 \times 1.1 = 440 \text{ V.}$$

$$V_{rms} \text{ Min} = 400 \times 0.9 = 360 \text{ V.}$$

Protection 3 : Over THDV (Max THDV)

คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าสำหรับป้องกัน capacitor bank เมื่อในระบบมีค่า THDV สูง

- เมื่อค่า THDV ของระบบสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้จะทำให้ outputs ของ RVC ทั้งหมดจะปลด capacitor ออกทั้งหมด
- ในกรณีที่ระดับ THDV ของระบบมีค่าสูง แต่ไม่ต้องการให้ capacitor ปลดออกบ่อยๆ สามารถยกเลิกการป้องกันได้โดยการปิดการใช้งานเงื่อนไขนี้ โดยการกดเครื่องหมายลบ "-" จนเจอคำว่า "d 5"



Alarm and Protection

- RVC Controller จะมี alarm contact ปกติเปิด (NO) อยู่ 1 contact
- Contact นี้จะทำงาน (OPEN) เมื่อเกิดเหตุการณ์ ดังต่อไปนี้

							Alarm relay	การทำงานของ outputs
รอเวลา Reset (40 S)		กระพริบ					closed	ปลดออกทุก outputs
ค่า Cos φ (PF) ยังไม่ถึง target	ติด						open	6 นาที หลังจากทุก outputs ทำงานครบแล้ว แต่ PF ยังไม่ถึง target
อุณหภูมิสูง	ติด	กระพริบ	ติด				open	ปลดทุก outputs เมื่ออุณหภูมิ > 85°C
Overvoltage	ติด	กระพริบ		ติด			open	ปลดทุก outputs เมื่อแรงดันเกินค่า setting
Undervoltage	ติด	กระพริบ			ติด		open	ปลดทุก outputs เมื่อแรงดันต่ำกว่าค่า setting
Over THDV	ติด	กระพริบ				ติด	open	ปลดทุก outputs เมื่อ THDV สูงกว่าค่า setting

ปัญหาที่พบบ่อย

ปัญหา	วิธีแก้ไข
RVC ไม่สั่งทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบว่า RVC อยู่ในโหมด AUTO หรือไม่ ตรวจสอบค่า Phase Shift และ C/k ตรวจสอบว่า CT ไม่ได้ถูก Short Circuit ไว้
RVC ไม่สั่งทำงาน	รอเวลา switching 40 – 60 วินาที
มีสัญลักษณ์ลูกศรเรียก capacitor เข้าใช้งาน แต่สัญลักษณ์ลูกศร ติดๆ ดับๆ	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบโหลด มีการเปลี่ยนแปลงที่เร็วเกินไป ตรวจสอบค่า C/k
ค่า PF ต่ำ แต่ไม่เรียก capacitor เข้าใช้งาน	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบว่ามีโหลดใช้งานหรือไม่ มีกระแสโหลดที่น้อยเกินไป ควรรอให้มีโหลดมากกว่านี้ ขนาดของ capacitor ออกแบบใหญ่เกินไป
Capacitor มีการ switch เข้า - ออก บ่อยครั้ง	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบโหลดว่ามีการเปลี่ยนแปลงเร็วเกินไปหรือไม่ ตรวจสอบค่า Phase Shift ตรวจสอบค่า C/k

RVC สั่งให้ทำงาน แต่ไม่มีสัญญาณ output ไปสั่ง Magnetic contactor	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบ Fuse ของวงจร control ตรวจสอบแรงดันของวงจรไฟเลี้ยง ตรวจสอบ output ของ RVC ว่าทำงานหรือไม่ ตรวจสอบ selector switch ว่าอยู่ในโหมด AUTO หรือไม่
เมื่อทำการ AUTO SET แล้วเจอข้อความ "Fxx"	ตรวจสอบความหมายได้ที่ตารางถัดไป
RVC สั่งปลด capacitor ทุก step แล้วมีสัญลักษณ์ contact กระพริบ	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบแรงดันของระบบว่าผิดปกติหรือไม่ ตรวจสอบค่า setting Vmax / Vmin / THDV

Error Message

รายการ		วิธีแก้ไข
F1	กระแสเกินเกินไป หรือ RVC มองไม่เห็นกระแส	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบให้แน่ใจว่า CT ไม่ได้ถูก Short ไว้ ทำการ AUTO SET ใหม่อีกครั้ง ทำการ SET แบบ MAN SET
F2	RVC หา Phase shift ไม่เจอ เนื่องจาก โหลดเปลี่ยนแปลงเร็ว	<ul style="list-style-type: none"> ทำการ AUTO SET ใหม่อีกครั้งเมื่อโหลดนิ่ง ทำการ SET แบบ MAN SET
F3	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 0°	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบวงจร wiring ตรวจสอบ capacitor ตรวจสอบ Fuse ว่าไม่ขาด
F4	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 30°	"-----"
F5	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 60°	"-----"
F6	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 90°	"-----"
F7	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 120°	"-----"
F8	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 150°	"-----"

F9	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 180°	"-----"
F10	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 210°	"-----"
F11	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 240°	"-----"
F12	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 270°	"-----"
F13	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 300°	"-----"
F14	RVC หาค่า Phase shift ไม่เจอ. ที่ใกล้เคียงที่สุด คือ 330°	"-----"
F15	RVC ไม่สามารถหาค่า C/k ได้เนื่องจากโหลดเปลี่ยนแปลงเร็ว	<ul style="list-style-type: none"> ทำการ AUTO SET ใหม่อีกครั้งเมื่อโหลดนิ่ง ทำการ SET แบบ MAN SET
F16	C/k น้อยเกินไป (<0.01). ขนาด Step เล็กไป หรือ ขนาด CT ใหญ่ไป	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบขนาด step และ CT ratio ทำการ SET แบบ MAN SET
F17	C/k มากเกินไป (>3.00). ขนาด Step ใหญ่ไป หรือ ขนาด CT เล็กไป	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบขนาด step และ CT ratio ทำการ SET แบบ MAN SET

F18	RVC หาขนาด capacitor ของแต่ละ step ไม่เจอ เนื่องจากโหลดเปลี่ยนแปลงเร็ว	<ul style="list-style-type: none">• ทำการ AUTO SET ใหม่อีก ครั้งเมื่อโหลดนิ่ง• ทำการ SET แบบ MAN SET
F19	RVC หาขนาด capacitor ของแต่ละ step ไม่เจอ	<ul style="list-style-type: none">• ทำการ AUTO SET ใหม่อีก ครั้งเมื่อโหลดนิ่ง• ทำการ SET แบบ MAN SET• ตรวจสอบ capacitor• ตรวจสอบ Fuse ว่าไม่ขาด