LV Power Factor Correction Capacitor Bank

低壓功因改善電容器組

巧力工業股份有限公司
CHALLENGE INDUSTRIAL CO., LTD.

Taipei Headquarters

巧於創意 力臻價值

TEL: 886-2-2788-3368
FAX: 886-2-2788-3319
115臺北市南港路三段80巷46號1樓
免付費服務電話: 0800-251-176
www.cic-ltd.com.tw/zh-TW

ISO 9001
ISO 14001

TAF:1181

Technology Transfer

FLUKE -授權代理-

AMPROBE -獨家代理-

低壓功因改善電容器組

◆ 簡介

由於低壓用電絕大部分屬電感性設備，其形成電流落後電壓之功因角將使發電設備或變壓器使用容量 (real capacity) 降低，同時造成從輸配電線路至用電端內部回路之損耗，以致電力公司少收電費，並且浪費了電力公司及用電端的能源。因此，電力公司訂有罰款與獎勵兼施條款，以誘導低功因用戶投資裝置電容器組加以改善。遇用電回路含高成分諧波時，尚需加裝串聯電抗器以改善功率因數與防止回路發生共振所導致之災害。

功因改善電容器組包含一只或多只單體電容器並聯、操作過零開關、保護電力熔絲 (請洽本公司)、功因調整器以及去諧串聯電抗器。

◆ 索引

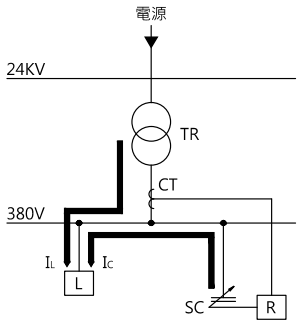
一、低壓電力電容器 WSC/WSCR 系列---------- 2
二、過零開關 WFK 系列---------- 3
三、自動功因調整器 WKW-RSd---------- 4
四、自動功因調整器 APF 系列---------- 5
五、去諧 (串聯) 電抗器 XDTH 系列---------- 6
六、應用接線圖---------- 7

採用電容器改善功率因數及其計算:

如右，圖 (一) 單獨一種低功率因數電感性負載，圖 (二) 其無效功率為 Q_1，功率因數角 θ_1；此時負載之功率因數 PF_1 (Power Factor, 簡稱 PF) = $Cos\theta_1$，然如加裝一組電容器，其無效功率為 Qc，其相角與 Q_1 相差 180°，所以 $Q_1 - Qc = Q_2$，結果功率因數角將變成 θ_2，綜合功率因數 PF_2 將得以改善，其 $PF_2 = Cos\theta_2 > PF_1$。

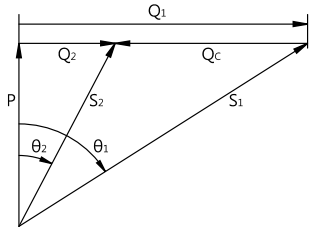
同理，用電系統之改善如圖 (三) 所示，以加裝電容器組改善其系統之 PF，同時經設計可藉功率因數調整器之功能，將依系統之需要自動增減電容器之加入，隨時自動改善系統之 PF 值。

其計算如右：[參照圖 (二)]



圖(一) 電感性負載加裝SC

TR：變壓器
CT：比流器
L ：電感性負載
SC：電力電容器
R ：功率因數調整器
IL ：電感性負載電流
Ic ：SC電流



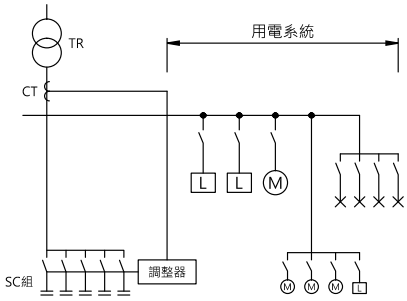
圖(二) 加裝SC改善功率因數

- 未改善前
  - P ：有效功率
  - S_1 ：視在功率
  - θ_1 ：功率因數角
  - Q_1 ：電抗無效功率
- 改善後
  - P ：有效功率
  - S_2 ：視在功率
  - θ_2 ：功率因數角
  - Q_2 ：電抗無效功率
  - Qc ：電容功率

- 所需改善電容功率

$Qc = Q_1 - Q_2 = P \times (\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$

tanθ可由三角函數表查得



圖(三) 用電系統加裝電容器組改善功率因數

低壓功因改善電容器組

(一) 低壓電力電容器 WSC/WSCR 系列

◆ 技術規範

- 標準規範：IEC 60831-1 (或客戶指定標準)
- 使用條件：屋內，- 25℃~ + 50℃周溫
- 額定電壓：220~ 600 V_{ac}
- 容量允差：- 5 ~ +10 %
- 耐壓性能：極間 2.1 Un/10s，極殼間 3000 V_{ac}/2s
- 絕緣性能：絕緣電阻>1000MΩ，極殼間 500 V_{dc} / 1min
- 最高過電壓：1.1 Un (均方根值)
- 最高過電流：1.3 In (均方根值)
- 切離電源 1 分鐘後，端子間電壓降到 50 V 以下
- 損失：≦ 0.2 W / kVAR

➢ WSC 系列

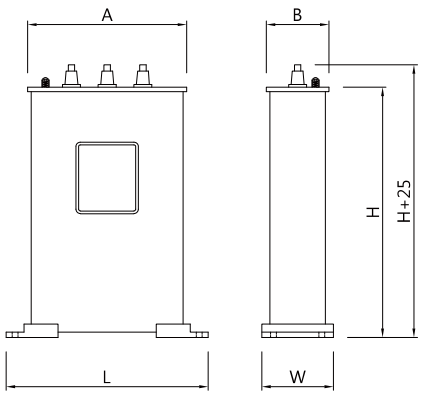
- 防止故障時氣爆燃燒
- 採用金屬密封外殼，外型美觀
- 內裝放電電阻和過壓保護裝置
- MKP 材質具自癒功能，介質損耗低

➢ WSCR 系列

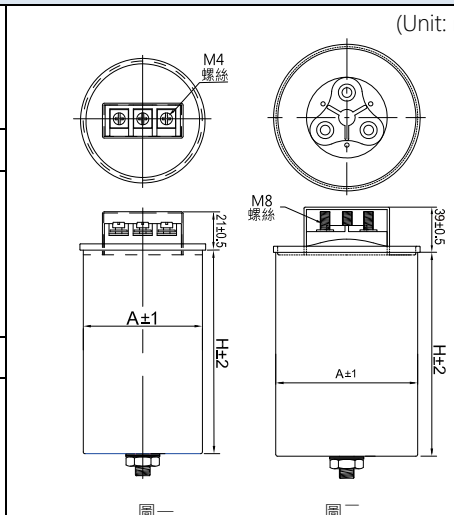
- 乾式
- 圓筒式容易散熱
- 鋁合金外殼不生鏽
- 附上蓋以防觸電
- 自癒功能及張力保險絲保護裝置
- 底座固定簡易

◆ 尺寸與規格

WSC 系列產品型號	最高電壓 (V)	額定容量 (kVAR)	尺寸 (A x B x H) (mm)	外型圖
WSC 2005	260	5	178 x 70 x 165	(Unit: mm)
WSC 2010		10	178 x 70 x 165	
WSC 2015		15	178 x 70 x 280	
WSC 2020		20	240 x 125 x 245	
WSC 2025		25	240 x 125 x 300	
WSC 2030		30	240 x 125 x 300	
WSC 4005	440	5	178 x 70 x 165	
WSC 4010		10	178 x 70 x 165	
WSC 4015		15	178 x 70 x 220	
WSC 4020		20	178 x 70 x 260	
WSC 4025		25	178 x 70 x 280	
WSC 4030		30	240 x 125 x 220	
WSC 5005	525	5	178 x 70 x 165	
WSC 5010		10	178 x 70 x 165	
WSC 5015		15	178 x 70 x 220	
WSC 5020		20	178 x 70 x 260	
WSC 5025		25	178 x 70 x 280	
WSC 5030		30	240 x 125 x 220	
WSC 6005	600	5	178 x 70 x 165	
WSC 6010		10	178 x 70 x 165	
WSC 6015		15	178 x 70 x 220	
WSC 6020		20	178 x 70 x 260	
WSC 6025		25	178 x 70 x 280	
WSC 6030		30	240 x 125 x 220	



WSCR 系列產品型號	最高電壓 (V)	額定容量 (kVAR)	尺寸 (A x H) (mm)	外型圖
WSCR 2005	260	5	76x240	圖二
WSCR 2010		10	86x240	
WSCR 2015		15	106x240	
WSCR 4405	440	5	60x220	圖一
WSCR 4410		10	76x240	圖二
WSCR 4415		15	96x240	
WSCR 4420		20	96x285	
WSCR 4425		25	106x285	
WSCR 5005	525/600	5	60x220	圖一
WSCR 5010		10	76x240	圖二
WSCR 5015		15	96x285	
WSCR 5020		20	106x285	
WSCR 5025		25	116x285	



註：以上僅部份規格，用以搭配本型錄電容器組之其他產品。WSCR 系列完整規格範圍請參考「低壓圓筒式電力電容器」單獨型錄。

低壓功因改善電容器組

(二) 過零開關 WFK 系列

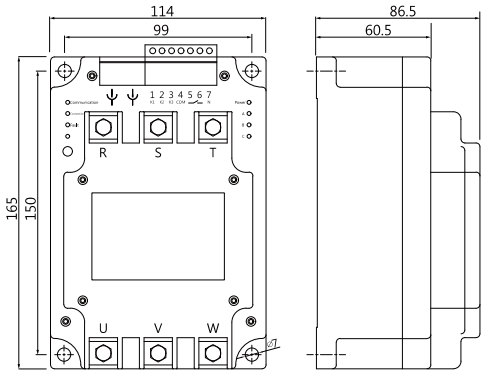
◆ 簡介

WFK 系列過零開關是用於投 / 切低壓電力電容器的理想產品，藉由功因調整器信號或手動操作來投 / 切電容器，尤其新增 RS-485 數據通訊功能，接線更簡單，大大降低了成套接線的複雜程度。其主要優點：自動尋找電壓過零點投入及電流過零點切除，實現無湧流投切。此外尚具備完善的保護功能，如電壓異常保護、缺相保護與故障自行診斷等。

◆ 特點

- 三相接點定時間隔投入或切除。
- 電壓過零點投入時不產生湧流，降低對主電源之衝擊與延長電容器之使用壽命。
- 電流過零點切除，保護開關本身之接點。
- 採用磁保持繼電器，功耗低、無諧波注入。
- 具多項保護功能，如電壓異常保護、缺相保護與故障自行診斷等。
- 控制方式：RS-485 通訊控制或 AC 220 V 電源控制。
- 抗干擾能力強，工作安全可靠。

◆ 尺寸圖



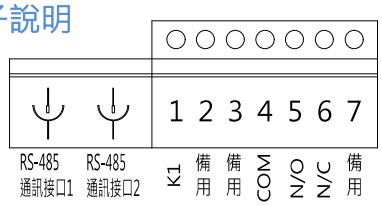
(Unit: mm)

◆ 技術規範

- 工作電壓*：220 或 380 V_{ac}
- 投 / 切電量：三相 ≦ 50 kVAR
- 額定電流：45 A / 60 A / 100 A
- 使用壽命：200 萬次
- 損耗：≦ 1.5 W
- 額定絕緣耐壓：2500 V
- 輔助接點構成：1a1b
- 響應時間：≦ 100 ms
- 開閉頻率：≧ 1 s

* 440 伏特以上系統請搭配 PT 使用。

◆ 端子說明



◆ 選用表

型 號	電壓範圍 (3Φ) V	額定電流 A	投 / 切最大電量 (3Φ) kVAR
WFK2-45	220 ~ 240	45	15
WFK2-60		60	20
WFK2-100		100	35
WFK3-45	380 ~ 440	45	25
WFK3-60		60	35
WFK3-100		100	50

◆ 指示燈顯示

指示燈	長亮	閃爍	熄滅
A	投入	開機自檢延時 電容放電延時	可投入
電源	正常	------	異常或未連接
通訊	------	通訊正常	通訊異常
連接	連網成功	------	未連網
故障	故障	------	正常

低壓功因改善電容器組

(三) 自動功因調整器 WKW-RSd

◆ 簡介

WKW-RSd 自動功因調整器 (Automatic Power Factor Regulator, 或 APFR) 是採用專用的電力參數採集晶片和微控制處理器 (Microcontroller Unit, 或 MCU) 設計開發的新一代低壓功因調整控制器。數位顯示和按鍵操控，操作容易。透過 RS-485 通訊與過零開關連接，接線簡單。控制物理量包含：電壓、電流與功率因數。

◆ 特點

- 通過交流採樣得到電壓、電流、功率因數等數據。
- 可自動檢測過零開關數量等資訊，並按系統無功參數控制過零開關投切。最多可操控 30 只過零開關。
- 具有過壓、欠壓、電壓警告、欠流、過溫等保護功能。
- 多點採樣，特別適用於功率因數變動大的場合。
- 具有手動 / 自動切換功能，可模擬投切狀況。
- 投切原則：循環投切方式以延長過零開關使用壽命。

◆ 使用環境

- 相對溼度：20% ~ 90%
- 環境溫度：-25℃ ~ +70℃
- 海拔高度：≦ 2,000 m

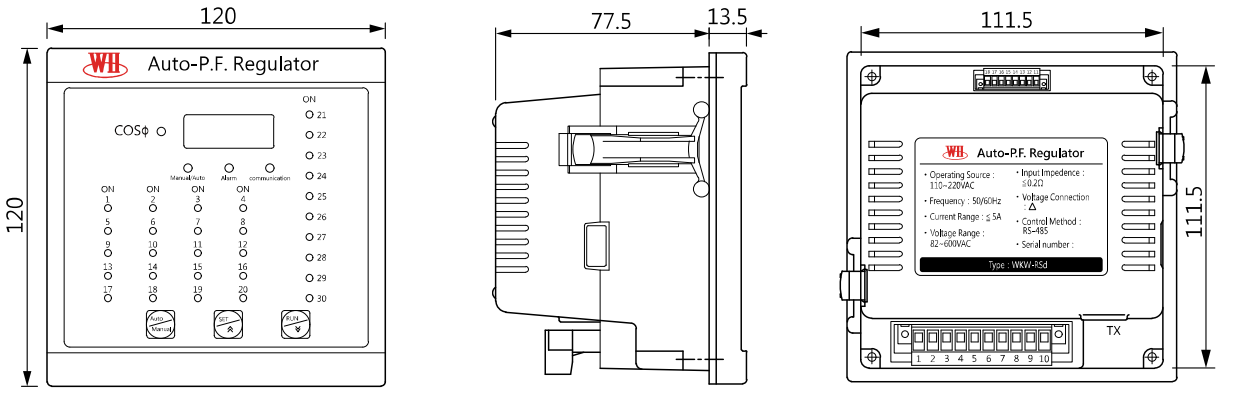
◆ 技術規範

- 工作電壓*：110 ~ 220 V_{ac} (Auto-Range)
- 適用頻率：50 / 60 Hz
- 電壓檢出：三相，82 ~ 600 V_{ac}
- 電流檢出：CT 方式，5 A
- 控制方式**：輸出為 RS-485 通訊控制過零開關
- 功耗：< 5 W
- 控制段數：≦ 30 段

* 380 伏特以上系統請搭配 PT 使用。

** WKW-RSd 只可搭配過零開關；若要搭配電磁開關 (Magnetic Contactor, 或 MC)，請選擇自動功因調整器 APF 系列。

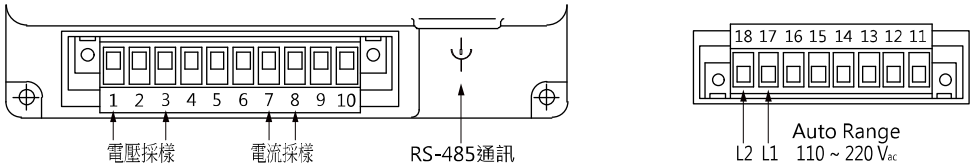
◆ 尺寸圖 (盤面開孔尺寸：**113 x 113 mm**)



正視圖　　側視圖　　背視圖

(Unit: mm)

◆ 端子說明



下端子　　上端子

低壓功因改善電容器組

(四) 自動功因調整器 APF 系列

◆ 簡介

APF 系列自動功因調整器 (Automatic Power Factor Regulator, 或 APFR) 採用專用的電力參數採集晶片和微控制處理器 (Microcontroller Unit, 或 MCU)。產品外型美觀大方，安裝使用方便，透過數位顯示和按鍵實現人機對話。控制物理量包含：電壓、電流與功率因數。交流採樣技術，特別適用於功率因數變動大的場合。動作次數少，控制精度高。

◆ 特點

- 通過交流採樣得到電壓、電流與功率因數等數據。
- 具 6 段 (型號：APF-6) 或 12 段 (型號：APF-12) 自動控制。
- 具有手動 / 自動切換功能，可模擬投切狀況。
- 讀取顯示：COSθ (3 位數)，電流 (4 位數)。
- 自動切換頻率 50 Hz 或 60 Hz。
- 循環式投入操作，先投入先切離，以確保開關平均壽命。

◆ 使用環境

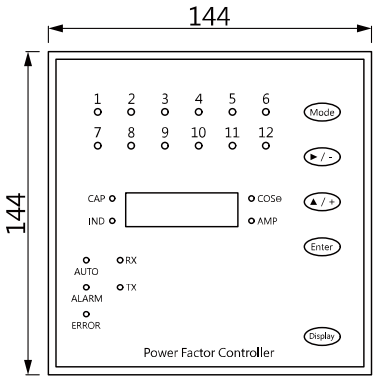
- 相對溼度：20% ~ 90%
- 環境溫度：0℃ ~ 60℃
- 海拔高度：≦ 2,000 m

◆ 技術規範

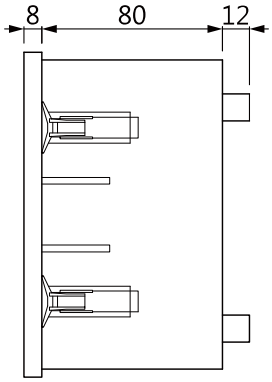
- 工作電壓*：220 或 380 V_{ac}
- 電壓偏差：-15% ~ +10%
- 適用頻率：50 / 60 Hz
- 電壓檢出：三相 220 V_{ac} 或三相 380 V_{ac}
- 電流檢出：CT 方式，5 A
- 控制方式：輸出為 AC 220 V 控制電源
- 功耗：≦ 10 VA (型號：APF-6)；≦ 13 VA (型號：APF-12)
- 控制段數：6 段 (型號：APF-6) 或 12 段 (型號：APF-12)

* 440 伏特以上系統請搭配 PT 使用。

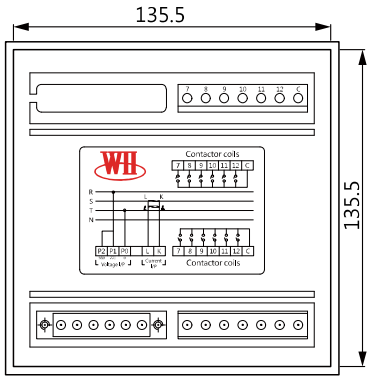
◆ 尺寸圖 (盤面開孔尺寸：137 x 137 mm)



正視圖



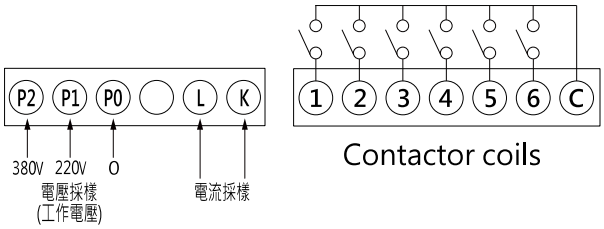
側視圖



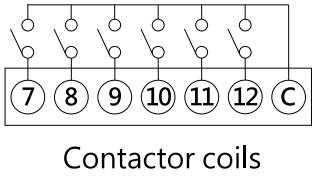
背視圖

(Unit: mm)

◆ 端子說明



下端子 (APF-6 & APF-12)



上端子 (APF-12)

低壓功因改善電容器組

(五) 去諧(串聯)電抗器 XDTH 系列

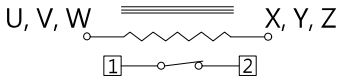
◆ 簡介

倘若系統大量使用了諸如馬達變頻啟動器、不斷電系統 (或稱 UPS，即 Uninterruptible Power System)、自動控制設備、或電腦等會產生諧波的電子裝備，用戶之低壓功因改善電容器組便須增設 (串接) 去諧電抗器 (Detuned Reactor)。使用 XDTH 系列去諧電抗器可防止共振危害設備與降低部分系統諧波含量。

◆ 技術規範與特點

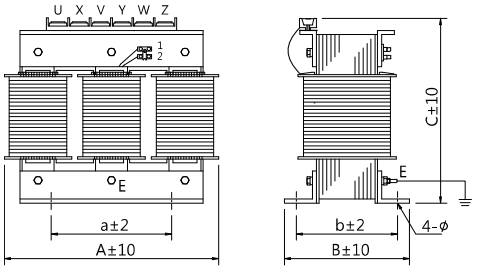
- 標準規範：IEC 60076 - 6 或 CNS
- 系統電壓：220 ~ 600 Vac
- 調變係數 p：7% (50 Hz) 或 6% (60 Hz)
- 阻抗線性：≥ 1.8 IN
- 阻抗精度：±3% (IEC) 或 -5 ~ +10% (CNS)
- 環境溫度：-20℃ ~ +40℃
- 防護等級：IP00
- 屋內安裝；自冷
- 絕緣等級：H 級
- 接線端子台或壓著端子出線
- 附溫控開關
- 其他規範請洽本公司

溫控開關接線圖

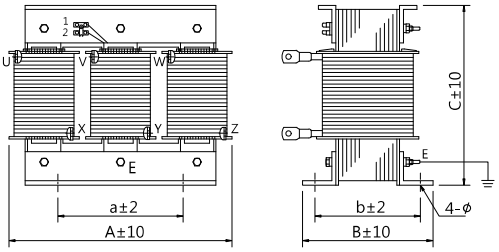


(溫 控 開 關)

◆ 尺寸與規格



圖一



圖二

(Unit: mm)

電抗器電壓 (V)	電容器容量 (kVAR)	電抗器容量概值 [1] (kVA)	尺寸 [2] (mm)						概重 (kg)	外型圖
			A	B	C	a	b	Ø		
260 ~ 280 或 440 ~ 600	5	0.3	180	80	185	90	60	6	6	圖一
	10	0.6	180	95	185	90	75	6	9	
	15	0.9	180	105	185	90	85	6	11	
	20	1.2	180	115	185	90	95	6	12	
260 ~ 280	30	1.8	230	120	185	160	95	10	15	圖二
	40	2.4	275	115	220	150	90	10	19	
	50	3.0	275	120	220	150	95	10	21	
440 ~ 600	30	1.8	230	120	225	160	95	10	15	圖一
	40	2.4	275	115	270	150	90	10	18	
	50	3.0	275	120	220	150	95	10	21	圖二
	60	3.6	275	130	220	150	105	10	24	
	70	4.2	275	140	220	150	115	10	28	
	75	4.5	275	150	220	150	125	10	30	

[1] 依實際電壓與電容值計算搭配電抗器所需容量或 mH 值。

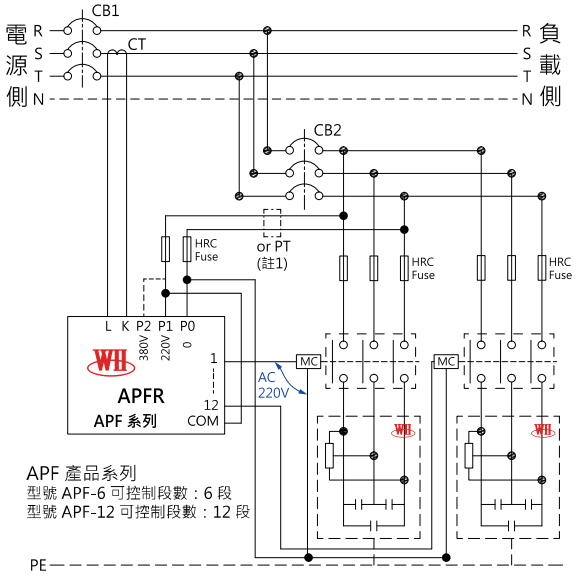
[2] 尺寸僅供參考。

低壓功因改善電容器組

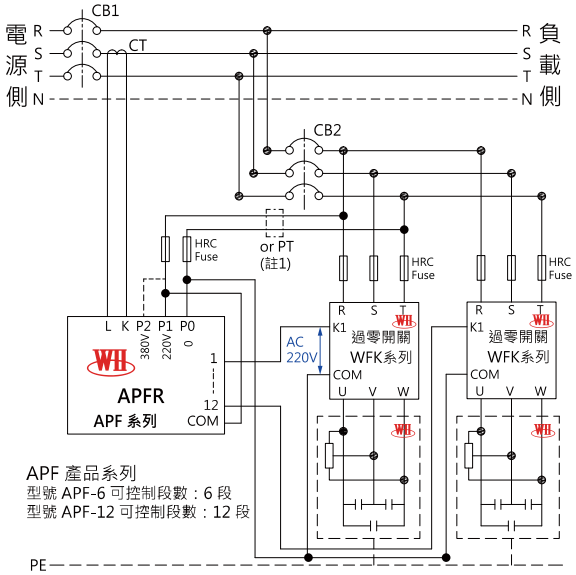
(六) 應用接線範例

◆ AC 220V 電源控制

【方案一】 APF 功因調整器控制「電磁開關」



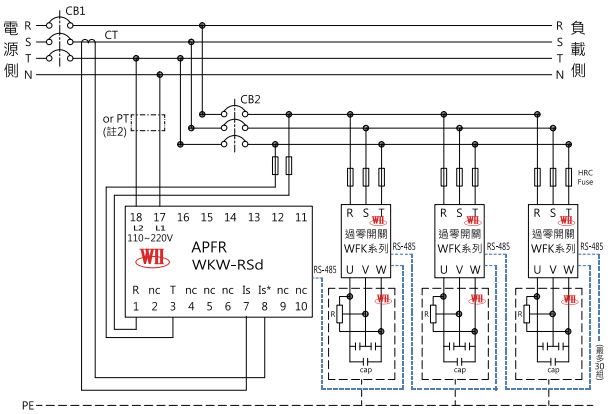
【方案二】APF 功因調整器控制「過零開關」



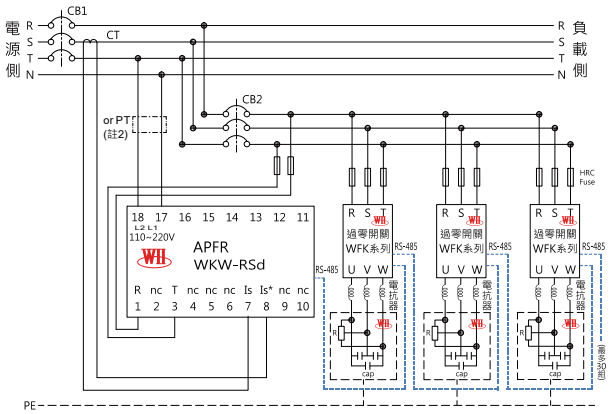
註 1：搭配「APF 系列自動功因調整器」時，如系統電壓 ≧ 440 V_{ac}，請搭配 PT 使用。
(請參考「APF 系列自動功因調整器」單獨型錄)

◆ RS-485 通訊控制

【方案三】WKW-RSd 功因調整器控制「過零開關」



【方案四】WKW-RSd 功因調整器控制「過零開關」
(含去諧波電抗器)



註 2：搭配「WKW-RSd 自動功因調整器」時，如系統電壓 ≧ 380 V_{ac}，請搭配 PT 使用。
(請參考「WKW-RSd 自動功因調整器」單獨型錄)