

Case 案例名稱	台達 AFE2000 系列主動式電源回生單元應用於「電梯升降」				
Issued by 發行單位	應用服務技術中心	Date 發行日期	2010 年 6 月	Pages 頁數	7
Applicable to 適用機種	交流馬達驅動器 (主動式電源回生單元)				

【基本介紹】

近年來工業自動化產品普遍使用在各種行業應用，增加產業自動化的效能與製程大量化，且使用許多電力電子轉換或其他非線性負載。由於此類負載所產生之諧波電流注入電力系統，導致整個電力系統因諧波失真而降低電力品質，而過量之諧波成分，可能導致設備過電壓或過電流、負載所需的額定容量增加與功率因數下降，除影響供電品質外，亦縮短設備壽命，或發生立即事故。

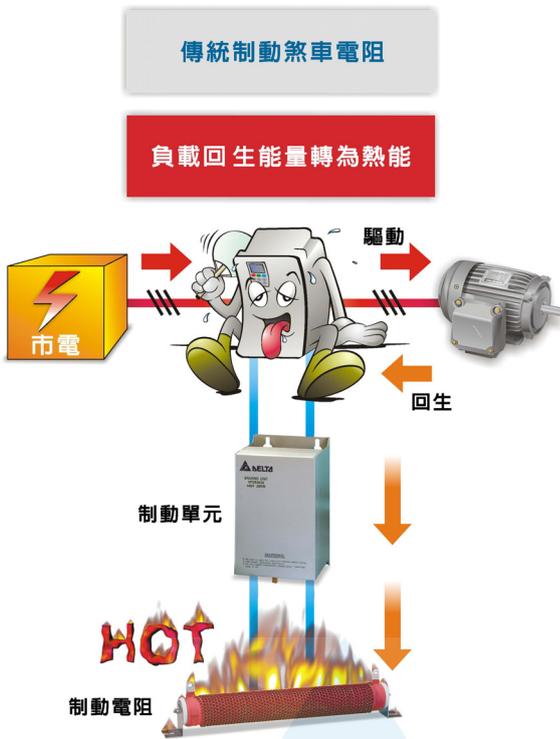
台達電子全新技术產品「AFE2000 系列主動式電源回生單元」，使用絕緣閘雙極性電晶體開關元件 (IGBT) 建構的電壓源轉換器之三相輸入端，串接一電感電路架構的主動式電源回生單元，相當於一個逆變器，不同的是其輸入為交流，輸出為直流，且因位於電源進線側，故被稱為前端。AFE2000 系列的優點包括，具有可控式直流電壓、單位功因、雙向電力潮流控制、三相交流端近似弦波與低諧波失真等。



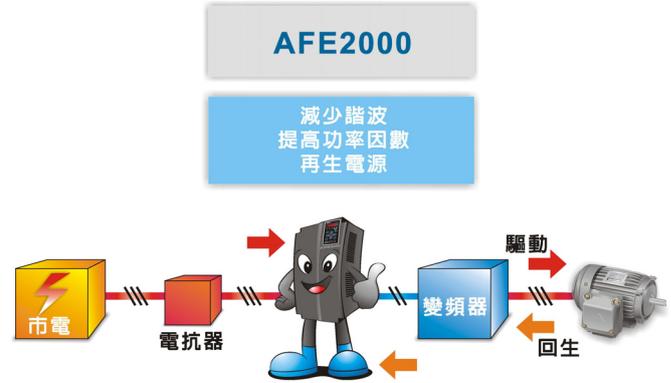
【設備功能】

〈圖一〉為傳統動態煞車電阻裝置。一般傳統交流變頻器驅動馬達，且當運動瞬間或頻繁煞車時，直流鏈電壓會因瞬間能量回升衝擊過大而超過所設定的 DC bus 電壓準位，致使直流鏈電容燒燬。因此傳統上以並聯方式安裝高瓦數的煞車電阻，以吸收過多的回升能量。此法可解決負載能量回升的問題，但效率差且將增加硬體額外費用與空間。

〈圖二〉為台達 AFE2000 系列主動式電源回生單元有效操作在直流鏈電壓瞬間回升衝擊，將多餘能量經由 IGBT 切換回饋到市電端。此法不需外加煞車電阻，即可有效解決負載能量回升的問題。



〈圖一〉



〈圖二〉

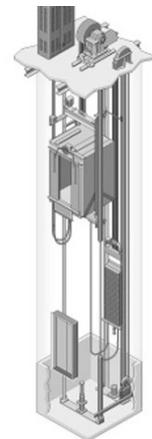
➔ Motor Energy: P_m
➔ Regenerated Energy: P_{reg}
Energy saved = $P_m - P_{reg}$

【系統架構】

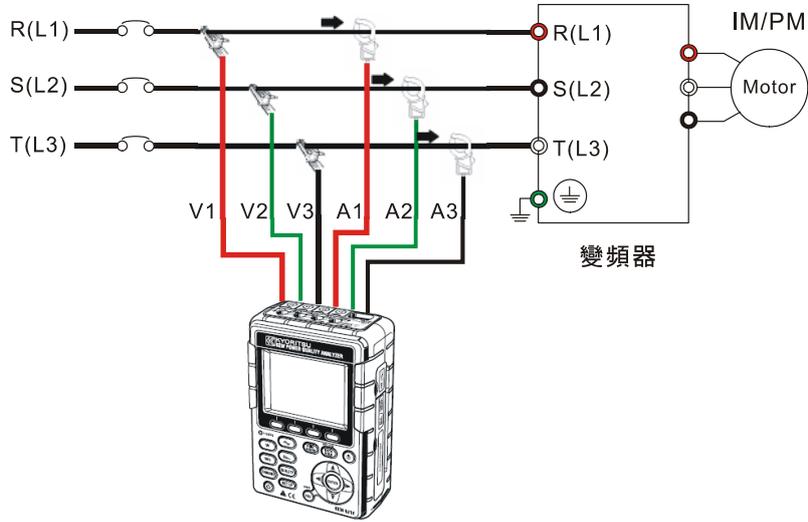
為了更進一步了解與驗證分析加裝 AFE2000 系列前 / 後電力品質之差異，案例現場以數位電力品質分析儀與示波器勾量設備取得即時相關電力數據與波形分析報告。

〔現場電梯規格與設備〕

- 電梯高度：12 層樓
- 驅動器：它牌變頻器
- 馬達：感應馬達，22kW；4 pole；170V；60Hz
- 減速機：行星式齒輪，Ratio 22.9
- 編碼器：1,024ppr；DC 12V
- 電梯速度：1.75 公尺 / 秒（105 公尺 / 分）
- 台達 AFE2000 系列主動式電源回生單元：22kW；220V；95A
- AC 電抗器：95A；0.88mH；220V
- 數位電力品質分析儀、示波器

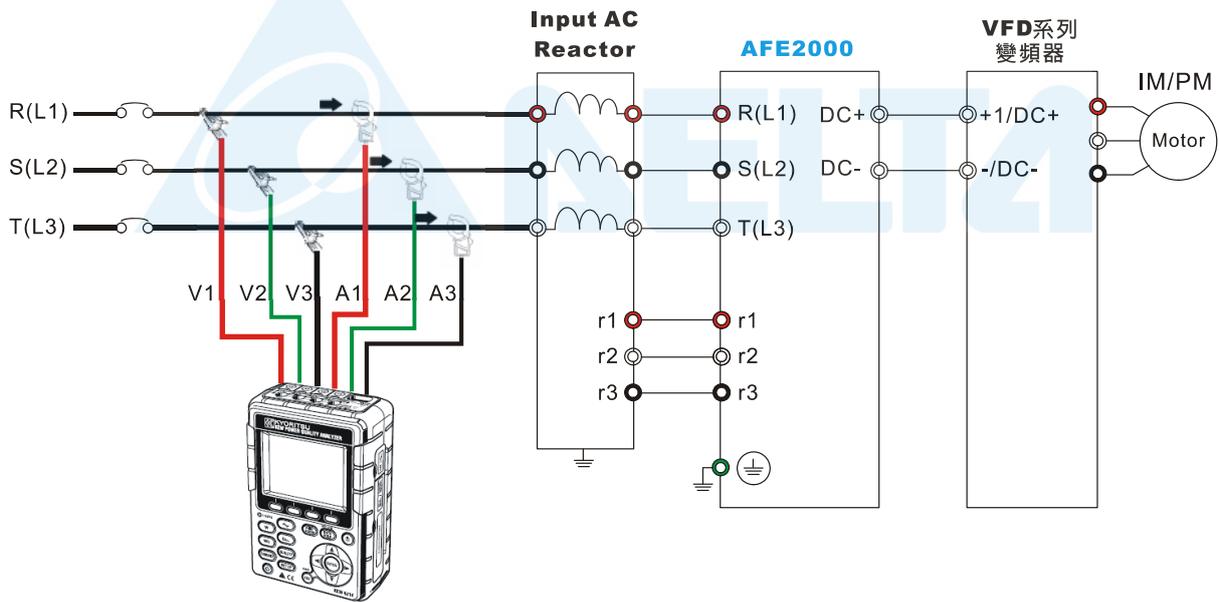


〔未加裝 AFE2000 之配線架構圖〕



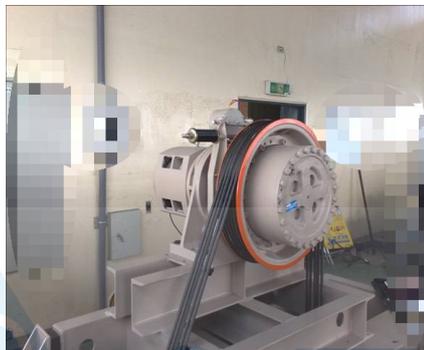
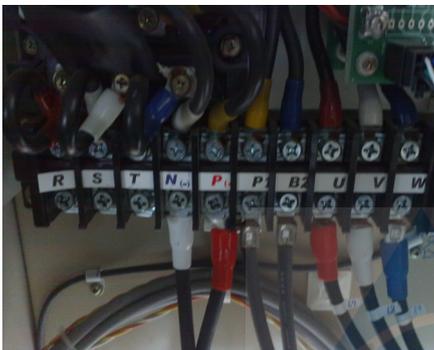
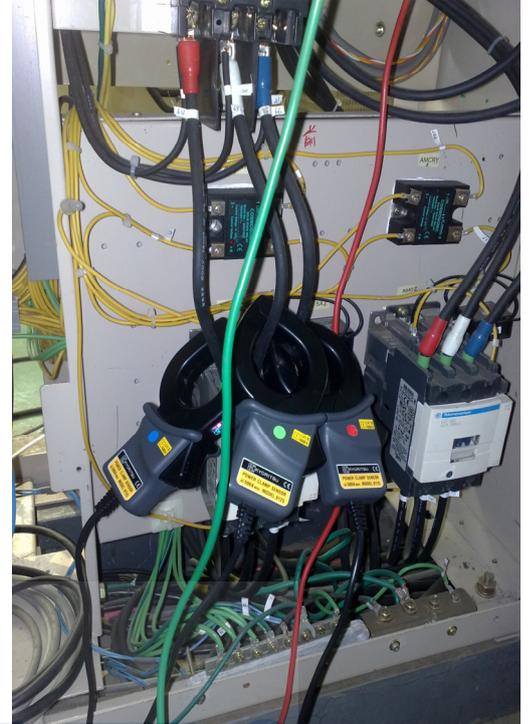
數位電力品質分析儀

〔加裝 AFE2000 之配線架構圖〕



數位電力品質分析儀

〔現場配線實景〕



〔測試方法〕

- 使用數位電力品質分析儀及示波器測量 AFE2000 安裝前 / 後之累積消耗功率、電力品質相關電力數據。
- 電梯程式設定自動從一至十二樓往返不間斷升降運轉 24 小時

【量測分析結果】

由於電梯高速升降定位所產生的回升能量，經由「機械結構 → 馬達 → 變頻器 → 煞車電阻」的過程所消耗，可知整個系統負載能量變化由機械能轉為電能後，經由煞車電阻以熱能方式消耗掉。此時未安裝 AFE2000，則無法將回升能量轉成有效再生功率。見〈圖三〉數據。

安裝 AFE2000 後，負載回升能量經由 AFE2000 及電抗回到市電網絡，路徑為「機械結構 → 馬達 → 變頻器 → AFE（電能）→ 電抗 → 市電」。此時，回升能量被轉為有效再生功率。〈見圖四〉數據。



〈圖三〉未使用 AFE2000 時，累積消耗功率 kWh



〈圖四〉使用 AFE2000 時，累積消耗功率 kWh

由本案例量測結果，得知安裝 AFE2000 前 / 後：

$$\text{節能效率 } \eta\% = \frac{P_o}{P_i} = \frac{(98.024 - 0.586) - (87.9996 - 42.2654)}{98.024 - 0.586} = \mathbf{53\%}$$

使用感應馬達就節能 53% 的新世代產品，若用於同步永磁馬達，節能效率至少 60% !

$$\begin{aligned} \text{用電一天節省度數} &= (98.024 - 0.586) - (87.9996 - 42.2654) \\ &= \mathbf{51.7038 \text{ kWh (度)}} \end{aligned}$$

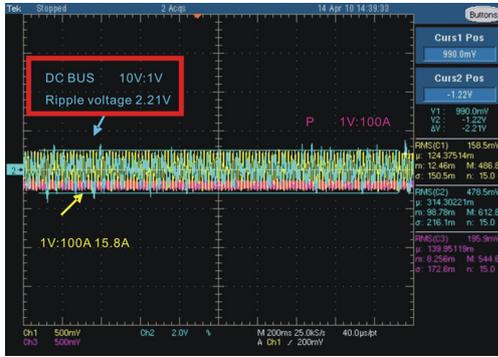
使用 AFE2000，電梯上升時的電流及功因



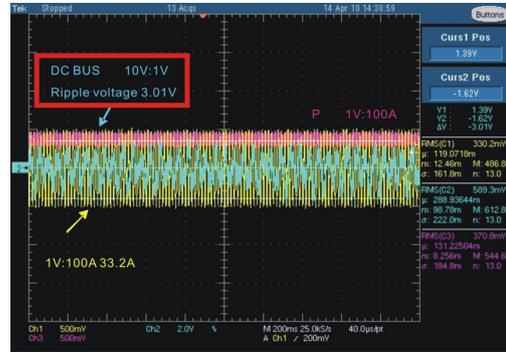
使用 AFE2000，電梯下降時的電流及功因



使用 AFE2000，當電梯上升（發電機模式）時，
DC bus 電壓示波(ripple)圖形

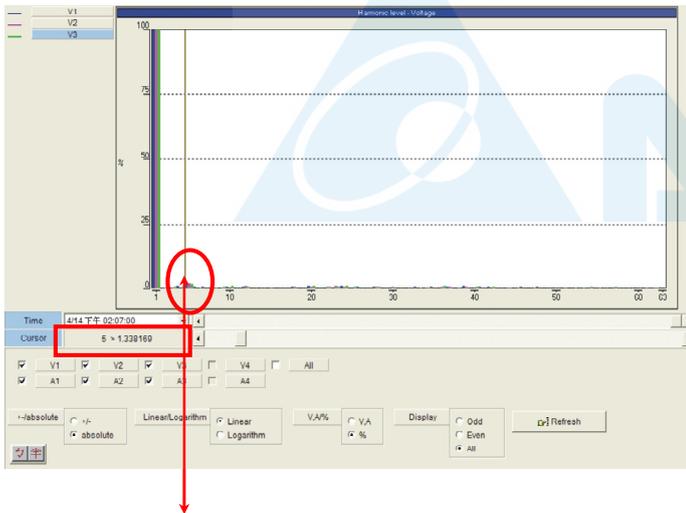


使用 AFE2000，當電梯下降（電動機模式）時，
DC bus 電壓示波(ripple)圖形



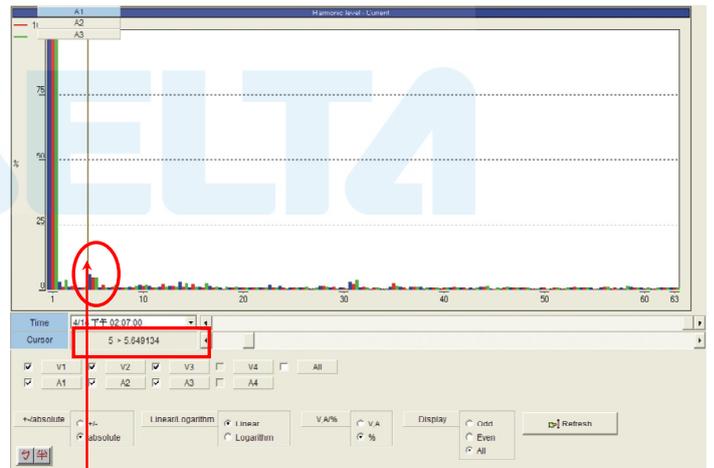
由以上量測數據可知使用 AFE2000 時，DC bus 上的 ripple 是非常小的。這可降低變頻器內部之電容所產生的熱，且可取得較長之使用壽命。

〔安裝 AFE2000 後之諧波電壓〕



由游標所在位置，可看出在第五次諧波 V3 電壓最大，其值為 1.338%。

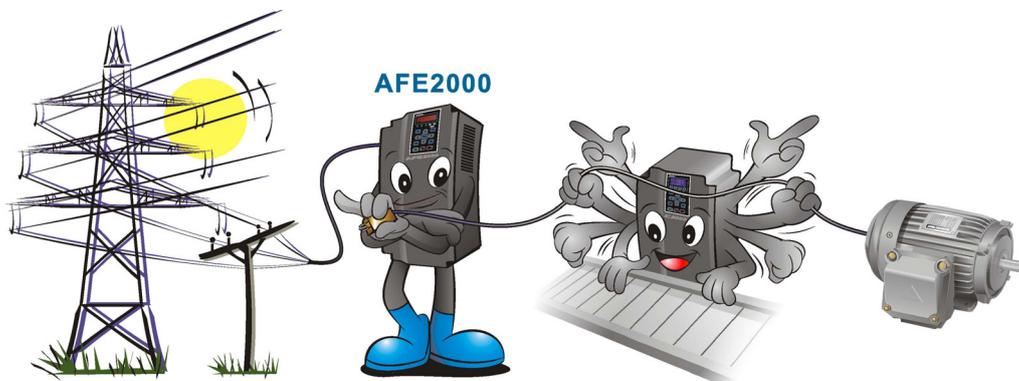
〔安裝 AFE2000 後之諧波電流〕



由游標所在位置，可看出在第五次諧波 A1 電流最大，其值為 5.54%。

總諧波失真率 $I_{A1\ THD} \% = 9.6\%$

【結論】



台達 AFE2000 系列主動式電源回生單元能夠將再生煞車能量直接回饋至市電電網，毋需將其轉化為煞車電阻的熱能。換句話說，可實現變頻器四象限運行，且進一步降低能源的消耗。如果系統的煞車功率大且操作在頻繁的煞車過程，回生能量可經 AFE2000 回饋市電與改善用電品質，將更能明顯達到綠色節能效益，做到真正的「環保、節能、愛地球」。