

(95)電返國報字第 225 號出國報告

行政院所屬各機關因公出國人員報告書

出國報告(出國類別:開會)

參加歐洲 2006 年國際配電管理會議
考察及研討義大利電力系統自動化研發及運轉現況

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蕭一龍（姓名代號：071011）

綜合研究所副所長

派赴國家：西班牙、義大利

出國期間：95.05.09～95.05.21

報告日期：95.06.20

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：1. 參加歐洲 2006 年國際配電會議

2. 考察及研討義大利電力系統自動化研發及運轉現況

頁數 61 含附件：否

出國計畫主辦機關／聯絡人電話：台灣電力公司／陳德隆

綜合研究所／蕭一龍／(02) 23601002

出國類別：☒ 1. 開會 ☐ 2. 考察

出國期間：95 年 5 月 9 日至 5 月 21 日 出國地區：西班牙、義大利

報告日期：95 年 06 月 20 日

分類／號目：

關鍵詞：配電管理系統、電磁場、特殊保護系統、電壓及無效電力控制、配電控制、再生能源、風力發電、資訊與通訊

內容摘要：(二百至三百字)

1. 前往西班牙巴塞隆納市參加 2006 年歐洲國際配電會議，此會議主要目的為探討歐洲配電業未來的競爭、配電業持續發展的能力、用戶與電業雙贏的管制、資產管理、貼近用戶、管制與創新、分散式能源促動者的改變、符合用戶期待、分散式發電對配電系統運轉的衝擊、資訊與通訊、預防性維護、電力品質與服務品質，可作為研發規劃之參考。
2. 本公司推行電力系統自動化調度控制工程中之能源管理及區域調度控制系統已完成且運轉多年，目前正推動配電調度控制系統。本所陸續建立之相角量測系統、落雷監測系統、高科技品質監測系統對於輸變發電系統之運轉控制也提供了輔助功能。然而近年來國外部分電力公司已開始引進新進功能，諸如自動含發電端電壓調整控制、特殊保護系統等。目前，義大利已使用電壓調整控制技術進行無效功率之調整，而不再僅安裝昂貴之無效功率補償設備，以解決系統穩定性及電壓過高或偏低的問題。擬順道

考察義大利電力研究院(CESI)及意大利電業自由化後電網運作公司 TERN 電力控制調度控制中心之運轉現況，以作為研發規劃之參考。

3. 根據參加會議及考察之心得，提出結論與建議。

目 次

壹、計畫緣起	(1)
貳、出國行程及工作概要	(1)
參、公元 2006 年歐洲國際配電會議	(2)
3.1 會議主要目的	(2)
3.2 歐洲配電業未來的競爭	(3)
3.3 配電業持續發展的能力	(4)
3.4 用戶與電業雙贏的管制	(5)
3.5 資產管理	(6)
3.6 貼近用戶	(7)
3.7 管制與創新	(8)
3.8 分散式能源動因的改變	(10)
3.9 符合用戶期待	(11)
3.10 分散式發電對配電系統運轉的衝擊	(12)
3.11 資訊與通訊	(13)
3.12 預防性維護	(15)
3.13 電力品質與服務品質	(16)
3.14 配電系統自動化應用	(17)
肆、義大利電力業現況及電網控制	(18)
4.1 電力業自由化之演進	(18)
4.2 電力系統現況	(18)
4.3 調度控制組織的變化	(20)
4.4 電力系統調度控制	(21)
4.5 特殊保護系統	(22)
4.6 電壓及無效電力控制	(24)

伍、義大利 CESI 電力研究院技術研討-----	(25)
5.1 CESI 發展背景-----	(25)
5.2 電壓及無效電力控制-----	(26)
5.35.4 義大利電磁場規定的演變及現況-----	(28)
5.4 電力品質-----	(30)
5.5 輸電壅塞管理-----	(31)
陸、結論與建議-----	(33)

圖 目 次

圖 3-1	歐盟能源配比變化(2000-2030)	(36)
圖 3-2	德國電業投資增加及比例	(37)
圖 3-3	資產生命週期管理	(38)
圖 3-4	網路狀況監視及資產管理系統	(39)
圖 3-5	英國電網策略小組組織架構	(40)
圖 3.6	配電及再生能源整合下的電網	(41)
圖 3.7	再生能源直流連網再轉換為交流	(41)
圖 3.8	目前使用 IEC 61850 通訊協定廠家之一建立的系統分布及數目	(42)
圖 3.9	歐洲地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布	(42)
圖 3.10	歐洲以外地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布	(43)
圖 3.11	傳統式變電所架構	(44)
圖 3.12	智慧電子裝置及 IEC 61850 通訊協定的變電所架構	(44)
圖 3.13	行動勞動力管理系統	(45)
圖 3.14	ENEL 配電控制及維護中心架構	(46)
圖 3.15	ENEL 配電控制及維護中心分布	(46)
圖 4.1	義大利電力供需概況	(47)
圖 4.2	義大利電力負載成長概況	(47)
圖 4.3	義大利電力輸電網概況	(48)
圖 4.4	義大利自由化初期國家調度組織(NCC, ISO)功能架構	(49)
圖 4-5	義大利目前國家調度組織(NCC, ISO)功能架構	(50)
圖 4-6	義大利目前國家調度組織架構	(51)
圖 4.7	地區性控制中心地理位置及與中央調度中心的資料連繫	(52)
圖 4.8	預定 2006 年完成之新調度控制系統	(53)
圖 4.9	電壓及無效電力控制的二次電壓與無效功率控制	(54)
圖 4.10	電壓及無效電力控制的階層一、二次電壓與無效功率控制	(55)

壹、計畫緣起

- 1.1 前往西班牙巴塞隆納市參加 2006 年歐洲國際配電會議，此會議主要目的為探討歐洲配電業未來的競爭、配電業持續發展的能力、用戶與電業雙贏的管制、資產管理、貼近用戶、管制與創新、分散式能源促動者的改變、符合用戶期待、分散式發電對配電系統運轉的衝擊、資訊與通訊、預防性維護、電力品質與服務品質，可作為研發規劃之參考。
- 1.2 本公司推行電力系統自動化調度控制工程中之能源管理及區域調度控制系統已完成且運轉多年，目前正推動配電調度控制系統。而本所陸續建立之相角量測系統、落雷監測系統、高科技品質監測系統對於輸變發電系統之運轉控制也提供了輔助功能。然而近年來國外部分電力公司已開始引進新進功能，諸如自動(含發電端)電壓調整控制、特殊保護系統等。目前，義大利已使用電壓調整控制技術進行無效功率之調整，而不再僅安裝昂貴之無效功率補償設備，以解決系統穩定性及電壓過高或偏低的問題。擬順道考察義大利電力研究院(CESI)及意大利電業自由化後電網運作公司 TERN 電力控制調度控制中心之運轉現況，以作為研發規劃之參考。
- 1.3. 根據參加會議及考察之心得，提出結論與建議。

貳、出國行程及工作概要

- 2.1 95 年 5 月 9 日自中正機組搭乘華航班機經荷蘭阿姆斯特丹，轉義航於 5 月 10 日上午抵達義大利羅馬國際機場，會同義大利電力研究院人員赴義大利電業自由化後之 TERN 國家電網控制中心研討該公司電力調度控制自動化技術以及電力系統運作。5 月 13 日再搭乘義航到達米蘭、至義大利電力研究院(CESI)討論電壓及無效電力控制、義大利電磁場規定的變化與現況、高科技電力品質、輸電壅塞管理。5 月 16 日至西班牙巴塞隆納市國際年會會場完成報到手續、5 月 17 日至 5 月 19 日進行歐洲配電 2006 年國際會議，會議結束後次日即搭機返國。

2.2 有關此次出國之詳細行程及內容如下所示：

日 期	地 點	機 構 名 稱	工 作 內 容
5/9~5/10			往程（台北~羅馬）
95.05.11~ 95.05.13	羅馬	義大利電力研究院 (CESI)	考察 TERN 電業自由化後電力調度控制中心電力系統自動化控制技術、SPS 之運作。
95.05.14~ 95.05.15	米蘭	義大利電力研究院 (CESI)	研討電壓及無效電力控制、義大利電磁場規定、高科技電力品質、輸電壅塞管理
95.05.16~ 95.05.19	Synergy 公司	西班牙、巴塞隆納	參加 2006 年歐洲國際配電會議 (Distribution Europe 2006 Conference)
95.05.20~ 95.05.21			返程（巴塞隆納~台北）

參、公元 2006 年歐洲國際配電會議

3.1 會議主要目的

3.1.1 在未來 30 年歐洲需要電力發電新投資者之投入，而確保發、輸、配投資加入的最佳途徑為建造一個吸引人的企業環境。對於所有可行的技術均須保持開放的態度，並確保一個穩定及一致性的調整架構，以在最少干擾下、提供投資者自由化發展的市場環境及適當的發揮功能機會。在自由化市場，財務績效為管理者、投資者、利害關係人的主要衡量指標，財務管理應該與以重視並落實。

3.1.2 此次會議分為三個會場同時進行，除介紹歐洲配電業未來的競爭及歐洲配電業者近幾年所面臨的挑戰外，其主軸分別為企業的改變、轉變中的配電

網路、運轉及創新。

3.1.3 企業的改變主要探討配電企業的維持能力、用戶與電業雙贏的管制、資產管理、及貼近用戶等議題；

3.1.4 轉變中的配電網路主要探討管制與創新、分散式能源動因的改變、符合用戶期待、分散式發電對配電系統運轉的衝擊等議題；

3.1.5 電業管制下的運轉及創新研發主要探討資訊與通訊、預防性維護、電力品質與服務品質、配電系統自動化應用等議題。茲將會議內容擇要分述於以下各節。

3.2 歐洲配電業未來的競爭

3.2.1 參與者的衝擊及後果:用戶期望得到參與者合適的加值服務，因此配電業間面臨競爭的環境，須具備績效及成長策略方能生存。

3.2.2 區域市場的整合:現階段具有的北歐市場、中歐市場、義大利市場、及西班牙及葡萄牙的伊比利亞半島市場，未來將整合為歐洲內部電力市場。

3.2.3 面臨的挑戰:管制及自由化的相容性、經濟的訊息、參與者受到的公平待遇及公平機會、整個歐盟管制的調和、互連等問題面臨的挑戰。

3.2.4 供電安全:發電端面臨不同電源組合及可用性等問題，輸電端面臨互連、壅塞、報酬等問題，配電端則面臨報酬及品質等問題，售電則面臨公平待遇及公平機會、稅率調和等問題，以上問題均需有解決的機制，方可使整體系統運作穩定，供電方能安全。

3.2.5 能源配比將因環保目標及油價上漲而發生甚大的變化，歐洲統計並預估未來複循環汽渦輪機及再生能源佔比將大量上升，而油佔比將大幅下降(詳圖 3-1):

- 2000 年之煤、油、複循環汽渦輪機、核能、水力、再生能源佔比為 29%、6%、15%、41%、5%、4%。
- 2010 年之煤、油、複循環汽渦輪機、核能、水力、再生能源佔比為

23%、4%、26%、36%、4%、6%。

- 2030 年之煤、油、複循環汽渦輪機、核能、水力、再生能源佔比為 20%、1%、41%、21%、4%、12%。

3.2.6 歐洲配電業者近幾年面臨的挑戰：

- 零售市場的自由化：零售活動的分開，資訊技術與電子表的大量投資。
- 需求量增加：投資增加新容量、降低閒置容量。
- 費率壓力：由成本加成法轉為價格上限法(RPI-X)、收益減少 20-30%。
- 新電力品質規定：較高的期望及較高的基準。

3.3 配電業持續發展的能力：

3.3.1 配電業的持續發展的能力，係賴於優良的工程、良好的顧客服務、及完善的財務管理等三大支柱。其中財務管理影響企業至大，範圍包括公司經營策略、規劃、工作細節、單位成本等各方面。

3.3.2 在電業解除管制的自由化市場、財務績效為管理者、投資人、及利害關係人主要的衡量工具。

3.3.3 配電業的維持能力方面，以英國為 1990 年自由化後、維持配電公司競爭標竿為例：

- 1995 年以前，電價採用平均電價上限法(Average price cap)：當年平均電價 (P_t) 係根據去年平均電價 (P_{t-1})、零售物價指數上漲率(RPI)、生產力指數成長率(X)等作調整，調整週期訂為五年。
- 1995 年以後，採用混合收益上限法(Hybrid revenue cap)：當年平均電價(R_t)係根據去年電價(R_{t-1})、容量調整因數(volume adjustment factor, VAF)、及配電損失調整因數(loss adjustment factor, LAF)等作調整，調整週期仍訂為五年。

3.4 用戶與電業雙贏的管制

- 3.4.1 電力自由化市場的成功及持續發展能力取決於每一個國家管制制度的良善與否，管制制度不僅適用於市場爭議的解決、也適用於電網的規劃及運轉。而電網公司擁有者及運轉者所作的投資及運轉決定，又為電力供應長期安全的決定性的因數；
- 3.4.2 另一方面，管制者對於網路公司績效提昇須有激勵的措施。管制者建立的誘因策略，須不危害到電力品質、績效、投資三者的平衡。完善的誘因策略下。適宜的費率及電價系統應能在三者中取得平衡。
- 3.4.3 歐洲管制政策制定者瞭解持續降低研發，將造成主要基礎部份成果的衝擊，原因為研發成果最後會注入低產能及低成長力的經濟組織中，對其會有正面的意義。自由化電力市場，管制制度的細部設計及電力公司財務的變更，透過研究結果而作改善，有助於開發經費的下降為其一例。而電力公司在資產的投資、現有基礎建設的更新及提昇等，研發結果提供決策制定所需參考的訊息亦為其例。
- 3.4.4 研究顯示歐洲的配電公司在目前管理制度下，電網投資是無法由目前電價回收的，因此管制者預定 2007 年底將提出激勵誘因管理的報告。供電品質含括電力品質、可靠度、服務品質，其中電力品質並不適合作激勵管制。
- 3.4.5 英國電業主管機關為天然氣暨電力市場管制局(OFGEN)，OFGEN 採用五年調整公式一次的 KPI-X 價格控制方式。價格控制決定配電公司可允許的收費金額。通常它包括兩部份，最大部份為運轉支出、資本支出、及投資報酬等之使用支出；小部份則變動較大、為用於確保用戶得到最有價值服務的激勵獎金支出。
- KPI-X 方式鼓勵績效提升、投資增加、網路可靠度提高、顧客服務增加等，執行結果均較英國未自由化、民營化、未實行 KPI-X 方式之前好。

- 然而目前的 KPI-X 計算與 1980s 末期及 1990s 時期已有相當大的差異，它主要包含提升顧客服務的激勵措施、以及增加投資的管理制度。
- 2004 後再增加配電公司有效連接及使用分散式能源的激勵，包括使用創新解決方式、從事新技術的研發等的激勵，降低線路損失等因數，這新措施已受到普遍的歡迎。

3.4.6 優良的供電品質必須付出發電、網路、及相關投資代價，德國體認這事實，為維持電業永續發展，這幾年均持續投資，其中以網路費用投資比例較高（詳圖 3-2）。除電力建設外，需再加上適當的管理。供電品質管理以英國為例，可分為兩類不具財務誘因的標準及具財務誘因的標準。

- 不具財務誘因的標準：指監視品質，但無罰則。
- 具財務誘因的標準：指監視品質，品質納入誘因的電價調整計算公式，具罰則。

3.5 資產管理

3.5.1 目前建立的資產管理制度，不僅是一個維修制度的管理，它也包括生命週期的評估及生命的延長、風險管理、投資計畫、技術創新等。

3.5.2 資產管理的要求，不僅是簡單的預防性定期維護、工作計畫及監視，資產擁有者及運轉者更需要足夠資訊，以決定符合企業目標的最佳策略。資產由創建至最後退休並處理的期間，資產管理系統能提供完整的能見度及資產生命週期內各方面的控管。其中資產生命週期管理應用系統，根據儲存的資料庫可提供了相關的訊息，圖 3-3 所示為資產生命週期管理的資訊管理應用系統例。

3.5.3 荷蘭 Essent 電力公司介紹分析其配電系統事故的原因後，針對 XLPE 電纜進行研究，發現為電纜防水不良形成水樹而造成電樹。電力公司以往針對電纜水樹問題處理方式為（1）等待其破裂故障再做維修、（2）使用

診斷法找出水樹位置後做維修、(3) 更換整條電纜等不同方式進行處理。該公司利用廠家研發的加壓灌輸矽樹脂之處理方式，延長其使用壽命。據該電力公司分析其經濟效益結果為：更換電纜費用每公尺 80 歐元；加壓灌輸矽樹脂處理費用則為每公尺 25 歐元，其結果頗值參考。

3.5.4 配電網路包括面積及設備相當廣泛，事故時如能夠快速診測到故障點及故障電流值等訊息，則對服務品質提昇及維護成本降低均有莫大的助益。甚至監視到設備部份放電形態，則更可掌握其老化情形而助於事故之防範。利用寬頻電力線通訊及監控系統技術，監控中心藉由監測設備內裝置嵌入式的感測器及利用寬頻電力線通訊可適時取得故障點、故障電流值、部份放電形態等資訊，而助於事故之防範及資產的有效使用，圖 3-4 所示之網路狀況監視及資產管理系統為其例。

3.5.5 歐洲電力自由化市場及管制制度的改變，而引起提高供電品質、運轉效能、及降低網路整體運轉成本需求的課題，而同時網路設備擁有者也期望更高的投資回報，在這些背景下，許多電力公司正進行將其公司業務功能分為核心與非核心兩大類。核心業務自行掌握及處理；非核心工作則交由外界人力資源處理，以降低公司營運成本。然而傳統上外界公司為減低成本而創造利潤目標下所帶來的風險須加以克服。因此根據其檢討，一個強力的伙伴關係以替代傳統式的外包，方是雙贏的策略。

3.6 貼近用戶

3.6.1 貼近用戶不僅是降低停電事故，而且也要增加用戶獲得相關的價值。資訊的管理、公司的變更、快速的提供服務等，證明均為貼近用戶及提供較佳服務品質的動因。

3.6.2 荷蘭 ENECO 電力公司採用 (1) 用戶需求能快速傳遞訊息，(2) 產品及服務清楚而不複雜，(3) 服務透明及單純，(4) 運轉優良的基本策略(basic retention strategy)，而留住了大部份的用戶。其作法為根據用戶的價

值、需求、可能傾向離開等因素，而將用戶分為三種模式，分別擬定不同的提昇服務策略。在此項策略運作下，不僅留住大部份用戶、且擴充了市場，增加了用戶。

3.6.3 電力業創新也是非常重要，經由資訊通訊技術(ICT)達成的用戶接觸方式，可有效縮短用戶等待問題解決的時間、增加原限於上班時間方開放用戶的用戶直接接觸時間、節省昂貴的透過電詢問時間及話費等問題，因此資訊通訊技術是相當容易增加用戶滿意度及忠誠度。甚至，如設備具備監控功能，它提供用戶可由資訊通訊技術切換其用電設備的服務；由資訊通訊技術隨時獲得電費收據，收據包括每樣設備用電費用細目、不同時段電費等等功能。

3.7 管制與創新

3.7.1 歐洲配電業由於部分網路配電設備使用年限已屆必須與以更換，而新的發電機組及再生能源陸續加入系統網路必須與以因應。配電網路業者目前正是處在需要長期、且穩定投入資金的時間點上。配電網路業者如欲達成上述挑戰的責任，且確保其投資的有效益，配電網路業者需要使用創新的技術、建立一個合適的基礎架構，以供現有網路用戶及新連網者可接受的費用下選用新的發電技術。

3.7.2 配電網路業者對網路的投資須向管制者說明其投資計畫充分的理由，在提供投資計畫建議書，僅納入而無驗證的環保創新研發及頂尖技術，有可能無法通過其計畫。因此，需要一種激勵機制及共同工作的架構，鼓勵配電網路業者於其新投資計畫中構思納入新創技術，而有機會享用到成功新技術帶來的益處。但為最小化使用的風險，可考慮投資計畫決定前，網路業者承擔示範計畫的角色，以驗證新技術之可行性。

3.7.3 英國自 1991 年民營化及自由化後，即擁有發電業的自由化市場、輸電業及配電業的管制市場。此種新機制固然促使業者效率提昇及成本下降，

而使消費者受益頗多。但從技術願景而言，每一個利害關係者根據其企業本身需求而有不同的網路發展策略，因此造成失去中央整體規畫的結果。許多業者後續的行動以集中在研發資產管理上採用較佳的改善方法為主，人力使用減少情況下又釋放出資產的全部容量，結果往往造成風險的增加。在靜態的網路採用這種方式可助於用戶的服務。但面臨大尺度創新的分散式電源加入配電網路的新挑戰，則必須有融合各方面努力，採用協同技術管制的機制方利於問題的解決。

3.7.4 因此，英國工業及貿易部(Department of trade & industry, DTI)及天然氣暨電力市場管制局(OFGEN)聯合組成電力網路策略小組(Network strategy group)，結合業界代表以討論會方式協助輸電及配電計畫的發展，並克服技術、經濟、環境、管制的障礙，以解決複雜的問題，圖 3-5 所示為英國電網策略小組組織架構。

3.7.5 英國經新誘因管理制度推動分散電源，配電發電激勵制度提供網路業者有較高的投資報酬。對登記電力區(Registered power zone, RPZ)內的網路業者提供財務激勵研發創新的誘因，以增加分散電源的投入。創新誘因基金 (Innovation funding incentive, IFI)允許網路運轉者以固定比例作為研發費用，新訂國家安全標準允許網路業者於系統安全評估時，加上分散式發電的貢獻，以作為傳統式網路強化的補償。

3.7.6 小型發電正處在發展的關鍵時刻，很多國家正開始作大量市場應用，廠家訂單爆滿、媒體報導增加、用戶查詢增多。在上述情形下，管制者及電力業面臨顯著的挑戰。電力業管理規定、程序、規定、及文化必須逐步形成，方符合用電所在即為接近燃料源所在之新環境。更多用戶因小型發電使用也成為發電者、用電費用中的輸電成本必須降低甚至取消。小型發電技術成熟、增加，導致輸電及配電網路擴充的需求減少，配電網路結構也會發生改變。網路管理者須提供配電網路有適當的激勵及目標，以鼓勵此種不須電力傳遞設備的新投資。歐盟各國政府政策開始承

認小型發電為降低空污、增進供電安全、減少發電成本、並受用戶喜愛的長期貢獻者。

3.7.7 新發電能源之中，風力發電技術處於領先地位，2004 年止歐盟風力發電裝置容量達 34,205MW，其中超過 80%裝置容量安裝在德國、西班牙、丹麥等三國。由於風力發電在這三個國家納入電網時、有些網路分擔風力發電比例較高，造成電力輸出的擺動，而影響供電品質。為降低電力輸出的擺動，歐盟基金協助成立之「渴望計畫」(Desire project)，建議採用風力發電及汽電共生方式的虛擬電廠(Virtual power plant)，虛擬電廠的電力輸出可事前決定，整個電廠可視為一體、接受獨立調度中心的調度。

3.7.8 配電系統業者須體認它們需要管理其逐漸增加中的分散電源比例的網路任務，以及提出必須的管制誘因。而達成此項任務的主動式管理，不僅是技術上觀念，更須要制度的創新。

3.8 分散式能源動因的改變

3.8.1 歐洲能源政策制定者及利害關係者面臨核能發電的採用、再生能源的增加、以及分散發電等問題。燃料的選擇、分散式電源整合納入網路的程度、家庭式小型發電的潛在能力等動因的改變，將影響政策制定者及利害關係者的選擇。

3.8.2 十五年來丹麥大力推動風力發電及分散式小尺度汽電共生，其分散式發電多於西丹麥發電裝機容量的一半，其結果對供電安全及系統運轉的衝擊引起關切。由於用電需求取決於用戶、風力發電則僅賴風力、汽電共生則取決於熱氣需求及電力時間電價，保持負載與發電的平衡日見困難。2005 年 1 月 1 日開始大於 10MW 的汽電共生的電價不再採用時間電價，而交由現貨市場決定，2007 年開始電業法更規定大於 5MW 的汽電共生的電價不再採用時間電價，此措施不只改變汽電共生的發電模式、甚至可

停止汽電共生發電，預料可望解決發電電力系統的平衡問題。

3.8.3 西班牙 ENDESA 八年來，國家技術中心獲得 CIECE 基金贊助研發直流技術，藉由電力電子允許將再生能源以直流發電機組方式加入網路，再伴隨電力超導體、轉換器、儲能系統等的使用，可望增加系統的效益。原因為風力發電 AC/DC/AC 的過程中，可直接由 AC/DC 引入。研發過程分為三階段：軟體模擬、實驗測試、1MW 示範系統安裝。

3.8.4 英國 Dello 能源及環保公司分析使用複循環汽渦輪電廠機組，與使用小型 1MW 或 5MW 汽電共生供應用戶用電的比較結果，顯示後者較為便宜。但該公司也說明目前尚不是電力公司投入時機，原因為費用及效能尚未確定。

3.8.5 歐洲電網加入的分散電源日見增加，其結果引起不同性質的挑戰，尤其是電力品質的影響逐漸引起注意，原因是現代電力應用設備對電力品質的干擾非常敏感。奧地利針對分散電源於電力品質的影響進行研究，在十個裝置不同分散電源地點進行量測，分散電源包括太陽能、風力發電、生質能、生物沼氣(biogas)。在選擇地點進行一個月連續監測並對收集資料加以分析，監測參數包括慢速電壓擺動、電壓閃爍、諧波干擾、及電壓驟降等。結果顯示輸入分散電源會造成電壓升高，但不引起電壓驟降及斷電問題，且對於諧波干擾、電壓閃爍、三相不平衡、頻率等電力品質參數的影響也不明顯。

3.9 符合用戶期待

3.9.1 當用戶需求增加及技術變更，電力網路最後仍須能夠對用戶提供優良的服務，網路業者須要有效的並快速的反應此項發展。須設法瞭解用戶現在及未來對區域電網的需求，設法持續降低連網及使用網路的費用、或提升服務品質、或降低費用與提升服務品質間取得平衡，設法瞭解技術及社會的發展結果對這些期待的影響層面。

3.9.2 電力自由化初期，顯示用戶為新情況下獲利的一方，對存取管制的開放及對供電者的選擇權等，電力市場提供其自由選擇的機會，大用戶更有購電的議價空間。然而，今日景象顯示已異於往日，大用戶意識到事實上是風險大於機會。用戶面臨電力供應鍊分離成數個，電力供應不再受到公用費率的保護。供電成本的主要部份為能源，能源是愈來愈貴及易變化的，須要複雜的管理知識方可掌握。電價上升及稅率由管制者訂定，商議空間也不大。在這背景下，電網連接及相關服務可重新思考為可提高其利用價值。由於電力品質及供電穩定取決於網路的設計及運轉的情況，網路業者及大用戶似應協力合作方具成效。

3.9.3 配電網路的使用及需求正在改變，發電機組現在變成可連接於電力系統任一個電壓等級上，潮流流向也不再是自高壓流向低壓的方式，經由誘因及罰則管制固然可提升供電可靠度及電力品質，但須注入甚大投資以更換老舊的設備。為確保投資之恰當並符合未來需求，英國 OFGEN 於 2005 年採用創新基金機制，以推動技術更新，投入資訊技術而形成智慧型網路，以增加可靠度、電力品質、降低成本、減少環境衝擊。

3.10 分散式發電對配電系統運轉的衝擊

3.10.1 歐洲電力市場分散電源的侵入、以及再生能源的逐漸增加，造成配電網路運轉安全、系統保護、穩定度、以及電力品質等問題。分散電源供電的成長對用戶及配電業者也造成衝擊，圖 3.6 所示為未來配電及再生能源整合下的電網情況，圖 3.7 則為再生能源直流連網再轉換為交流、並搭配儲能系統可穩定再生能源發電的構思。為因應尖峰負載及潮流增加，配電業者可能須強化某些網路，但用戶直接使用當地的分散電源結果、反而降低其淨潮流，結果導致網路資產的擴充擱置或閒置。此外，電壓及潮流的控制、供電安全及整體服務品質的提升等新的服務項目也會出現，新企業模式將遭向多樣化。

3.10.2 歐洲強調 2006 年已進入新能源時代，為達到持續發展能力、企業競爭力、安全的電源來源，須要有一致性的政策及可達成的基準。未來歐洲傳輸網路必須提供高可靠度、供電有成本效益、充分併用大型集中式及小型分散式電源。持續發展能力為歐盟的高度目標，它與經濟成長、環境保護、社會正義等相連接，在此背景下，智慧型電力網路可望助於持續發展目標的達成，尤其是希望達成歐盟目前訂定的目標甚至超越此目標。此目標設定為 2008-2012 年空氣污染較 1990 年減少 8%；2010 年前電力消耗中再生能源佔比由 6%提高到 12%；2001 年 14%的能源強度 2010 前每年降低 1%。

3.10.3 丹麥於 1990 用戶提出使用地下電纜以取代架空線的要求，導致 1995 年管理機構與電力公司達成新建電力線電壓等級為 100KV 及 100KV 以下均需使用電纜之協議。以後更進一步規定，現有人口密集地區的所有架空線路更換時也以地下電纜代之。此項規定造成電力公司財務設的壓力及困難，電力公司與管理機構持續溝通為達成此要求需確保財務的來源。

3.10.4 西班牙目前風力發電裝置容量已多於 10,000MW，裝置容量排名位居世界第二位。最近核准的再生能源計畫預定 2010 年止，再生能源佔發電量比例達 30.3%、風力發電裝置容量將達到 20,000MW。2005 年統計多於 7% 電力產出來自風力發電。風力發電的多變及對電網的衝擊，必然具備風場管理的預測模式的使用，並考慮發展儲能系統新途徑。風場的容量也需規定，以避免故障時影響電壓。因此，需有短期及中期技術及管制辦法以因應再生能源的推廣，

3.11 資訊與通訊

3.11.1 無線網路、蜂巢式電話網路、網際網路在配電網路的應用頗多，配電網路使用的通訊媒體可採用電力線載波、光纖、無線網路等。全域性無線封包服務(general packet radio service, GPRS)資料封包傳輸提供經濟及時的通訊，無線行動通訊能提高現場工作人員資料及語音傳遞的效率。相關的創新技術的應用及通訊標準值得參考引用。

- 3.11.2 葡萄牙 EDP 配電公司使用全域性無線封包服務 (GPRS) 資料封包傳輸及全域性行動電話系統(global system for mobile communications, GSM) 通訊技術，所建立的配電網路監控系統為應用之例。
- 3.11.3 訂定可交互運作性(interoperability)標準、使不同廠家的設備能交互運作，為工業界及使用者多年努力的目標。此項觀念導致最近核定應用於變電所的 IEC61850 通訊標準。採用此標準，變電所內不同的廠家裝置可互通、所有設備有通用的定義、通訊採用光纖媒體、星型拓撲及乙太網路的架構，節省傳統現場佈置纜線費用及人力。而且採用相同定義、使用軟體工具安裝不同裝置，使所有不同廠家裝置間資訊互傳、互動及通訊等均很易達成。圖 3.8 為使用 IEC 61850 通訊協定廠家西門子建立的系統分布及數目，圖 3.9 為其歐洲以外地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布圖 3.10 則為其歐洲以外地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布情況。
- 3.11.4 幾十年來由於通訊協定不統一，變電所保護裝置及迴路控制器如來自不同廠家，使彼此間之通訊受到限制，須使用甚多之通訊協定轉換方可互通。2004 年底 IEC 變電所國際通訊標準 IEC 61850 完成六個月後(2004 年 11 月初)，於瑞士 161KV 的 Winznauschachen 變電所安裝了世界上第一個以 IEC 61850 為基準的自動化系統。系統包括控制器及組合的控制設備、保護裝置。採用新通訊標準下，任何廠家保護裝置均使用與各設備製造廠家無關之通用語言，其結果為不同裝置間資料、控制訊息互傳很容易達成。圖 3.11 所示為傳統式變電所架構，現場使用大量連線電纜，圖 3.12 則為智慧電子裝置及 IEC 61850 通訊協定的變電所架構，智慧電子裝置之間以光纖網路連接。
- 3.11.5 為提高用戶服務品質及有效利用現場人力，行動勞動力管理系統 (mobile workforce management system) (詳圖 3.13) 提供了解決的方法。經由行動式技術、全球定位系統(global positioning system, GPS)技術

及行動通訊網路的使用，建立了「現代化的即時行動勞動力管理系統」。它提供工作順序交換、找出行動勞動力所在、定出至目的地的最佳路徑、找出執行工作而距工作地點最近的人力所在、現場服務人員經網路存取用戶資訊等功能，調度中心調度人員隨時可獲得現場服務人員的位置。經由此套系統，可快速服務現場用戶、快速故障排除、縮短停電時間、展示正確及最新的訊息給用戶。

3.12 預防性維護

3.12.1 在持續發展過程中，可使用資產管理具備的方法及步驟，來提高企業優勢、競爭力、運作品質。以目前資產的複雜，配電公司須盡極大的努力方能符合運轉安全及可靠的嚴格要求。從傳統簡單的維護時間安排的觀念轉換為可靠度、可用度、或風險安排的最佳化維護管理的觀念愈來愈顯得重要。目前「可靠度為中心的維護」(Reliability centered maintenance, RCM)型態策略的新方法已有實行。

3.12.2 電網擁有者需要定期檢查、維護、管理數量龐大、分佈廣泛的鐵塔，以符合運轉安全及管理需求，這重大的工作造成網路業者費要的支出及時間的耗用。以直升機迅速收集高解析度的鐵塔影像，並詳細分析檢查鐵塔狀況，以克服目前上述所述的一些問題。它結合詳細的攝影記錄、全球定位系統及移動地圖顯示，產生一個永久性的線路鐵塔狀態紀錄。這些鐵塔紀錄可用來作為實施維護的參考，並可將其整合納入狀態基礎的風險管理(condition based risk management, CBRM)做進一層預防性維護應用。

3.12.3 電力公司網路控制中心每天收集龐大的現場資訊，但其中用來運作網路的資訊只是其中的少部份。僅有少部分重要事故發生的情況、方將所有收集訊息用來分析使用，但分析者並不是網路控制中心人員，而是其他部門人員。通常網路運轉人員僅需要恢復網路服務的資訊，諸如它們僅需要知道事故地點、開關場狀態、變壓器負荷等等資料。至於短路電流值、斷路

器自動起斷次數、電纜或變壓器上次事故修護後至今之負載曲線等資料並不作為正常的運轉調度使用。但後者的資料，經分析可用來防範事故的發生、正確的維護、增進電力品質、減低停電次數等則非常有用。西班牙 ENDESA 電力公司建立的「統一維護管理中心」(unified maintenance management center, CGUM)可分享調度中心同樣的資料，該維護管理中心的人員在無復電的時間壓力下處理及分析這些資料，可達到預防性及預料性維護轉為可靠度為中心的維護 (Reliability centered maintenance, RCM)的目標。

3.13 電力品質與服務品質

3.13.1 現代化的科技社會越來越重視供電安全及供電穩定，許多國家甚至制定管理規章、國際也已制定建議標準。某些國家甚至訂定管理規則，然而影響品質者事實上包括供電者、用戶、管制者。目前歐洲發電業者、網路運作者、及政策制定者面臨的重大問題為分散能源的加入網路，某些國家已經遭遇供電穩定度的挑戰，因此建立分散能源加入網路的關卡規定。配電網路業者則必須及早因應未來電力品質及服務品質方面的極大挑戰。

3.13.2 葡萄牙 EDP 配電公司服務五百多萬用戶的供電，電力自由化市場的啟動、相關管理標準的發展結果，促使 EDP 配電公司必須尋求各種方式增進公司整體效能。其中降低停電時間也是為提高服務品質的一種方式，EDP 與 KEMA 合作的服務品質改善計畫，計畫內容包括 (1) 斷電管理程序，(2) 每年規劃週期性維護、更換、(3) 新建物活動，(4) 最差饋線翻修、(5) 狀況不佳設備的更換策略，(6) 電驛協調及絕緣協調改善等工作。計畫推動的結果使 2002 年的停電時間 420 分鐘減為 2005 年的停電時間 175 分鐘。

3.13.3 負載預測為輸配電公司保證服務品質的重要問題，為提高供電品質可靠，需要有準確的短、中、長期負載預測。負載預測模式對於負載資料經過過濾及分析，並納入天氣、節日、假日等參數作預測。對輸配電公司而

言，建立尖峰負載模式是非常重要的事情。

3.14 配電系統自動化應用

3.14.1 未來三十年歐洲投入擴充、強化、發展的發、輸、配費用極為可觀，這些投資將發生在完全變動的自由化電力市場的經濟環境中。新的經濟時期，經由數位為基礎的技術推動，及複雜的網路整合，包含網際網路、長途電信、及電力系統等，整個世界較以往更為相互連接密切。以電力網路互連的基礎為例，電力系統由發、輸、配、而至用戶的整合，方能提供用戶好的服務。

3.14.2 資訊系統建立必須完整方能發揮預期的功效，波蘭 ENERGY SA 配電公司使用財務管理資訊系統(ERP)、計費系統、資產管理系統、投資處理系統、文件管理系統、工作流程管理系統等結果，可為財務及會計帶來效率，但仍須建立地理資訊系統及網路資訊系統方有效發揮功能。

3.14.3 西班牙 ENDESA 配電公司利用智慧型軟體系統自動控制靜電電容器及變壓器接頭方式控制電壓品質，據其報導相當有效。其程式設計上採用最佳潮流運算、負載預測、狀況分析等處理。此為電壓控制之另一模式，可作為參考。

3.14.4 義大利 ENEL 說明正在進行用來增進電網管理的效能的配電控制系統，並將其整合納入公司資訊系統。建立的控制系統架構分為 28 個中壓網路運轉維護中心(CO MT)，其中 20 個指定作為中低壓網路監控使用。圖 3.14 所示為 ENEL 配電控制及維護中心架構圖，而 3.15 所示為 ENEL 配電控制及維護中心分布，可作參考。系統功能如下：

- 基本功能：變電所遙控及自動化、變電所及發電場單線圖顯示、供電狀況及時顯示、計錄及報表、與國家電網調度中心間資訊的傳送；
- 高級功能：根據事故解連的用戶數目及類別、事故時網路設備及其狀況、真實及預測負載等作自動邏輯推動及復電控制。資源的管理

及使用程序等監視，其訊息經過分析可作為 KPI 評估的參考。

- 高級功能：工作規劃，故障偵測、設備維護等。

肆、義大利電力業現況及電網控制

4.1 電力業自由化之演進

- 4.1.1 義大利電力部門自 1999 年開始進行自由化及組織分割，剛開始僅允許大用戶可自行選擇他們的發電供應商、目前自由化已延伸至三分之二的電業零售市場。
- 4.1.2 為逐步推動自由化，2000 年義大利政府強制原為國營獨占 發、輸、配垂直整合的 ENEL 電力公司出售 27%發電容量機組，最後建立 Elettrogen、Eurogen、及 Interpower 三家新的獨營公司。
- 4.1.3 除了調整 ENEL 獨占的發、輸、配形態外，2005 年三月義大利政府開始減低 ENEL 公司的持股至 41.5%，至年底更降為 30%。
- 4.1.4 2003 年夏天及秋初，義大利發生兩次大停電事故，第一次發生於 2003 年 6 月 26 日，當日嚴熱的熱浪襲擊、造成冷氣用電激增而導致義大利電力調度中心(GRTN)必須切斷電力供應；第二次大停電事故發生於 2003 年 9 月 28 日除薩丁尼亞(Sardinia)島及一些離島外，義大利全國發生大停電，事故起源於瑞士境內輸電導體碰觸樹木發生閃絡而跳線。雖然此兩次停電或因臨時或因突發原因而發生，分析事故之基本原因為電力投資的不足，形成無充足的餘裕發電容量，必須倚靠大量輸入電力。為因應此種危機，義大利政府採取減輕新建電廠的管制規定，以尋求電力業更多的投資。

4.2 電力系統現況

4.2.1 2005 年系統供需及負載成長概況(詳圖 4.1 及圖 4.2)

- 全國電力需求量 3294 億度；其中 85.1%為國內發電廠提 供、14.9%

靠互聯之鄰近國家輸入；

- 系統尖峰達 55,015MW，發生時間為 2005.12.20 的 18:00；
- 夏日尖峰達 54,163MW，發生時間為 2005.6.28 的 11:00；
- 由於義大利經濟仍在成長、目前世界排名第七，據其負載預測 2009 年為 62,000(低估值)/64,000MW(高估值)；2014 年為 70,000(低估值)/75,000MW(高估值)。

4.2.2 輸電網路(詳圖 4.3)

- 92%輸電網路為 TERNA 擁有；
- 1630 HV-MV 變電站；292,000 MV-LV 變電站；100,000 桿上開關
- 輸電線路：380KV 線路全長 10,268KM，220KV 線路全長 9,894KM，150KV 線路全長 18,613KM
- 義大利 Rizziconi 及西西里 Sorgenis 間以海底電纜連接；
- 有四條線路與法國互連、八條線路與瑞士互連、一條線路與奧地利互連、二條線路與斯洛伐尼亞(Slovenia)互連、一條直流海底電纜與希臘互連、二條海底電纜與法屬科西嘉島(Corsica)互連。

4.2.3 電源

- 義大利 2005 年發電裝置容量為 69,100MW，其中火力發電佔 78%、水力發電佔 19%、再生能源則佔 3%。2005 年義大利國內用電需求為 2620 億度電、而國內用電需求量為 2940 億度電，為彌補國內發電之不足、需自週遭互聯之國家購入電力。購入電力中，瑞士佔 48%、法國佔 37%、斯洛伐尼亞佔 5%、奧地利則佔 5%，其國內電源情況如次：
(1) 慣常火力：義大利大部分電力供應來自慣常火力電源，而其中大部分為燒油機組。油價較之其它火力發電電源為高、造成義大利為歐洲高電價消費者之一，目前電價高於歐洲平均 40%。針對此種情況，發電機組已經開始轉換燃料， ENEL 宣佈 2008 年底前逐步淘汰燒油的電廠。

- (2) 核能:1986 年 蘇俄 Chernobyl 核能電廠事故，義大利很快地於 1987 年經過公民投票禁止核能電廠的興建。按照義大利最近的大停電及電力供應的吃緊的情況，有些人建議國內四座既有的電廠與以重新啟用，然而負責該等電廠的國營電力公司 Sogin 說明此種建議是不實際的，原因為廠齡及設備的情況。
- (3) 再生能源:義大利已經開始推動再生能源做為提高發電容量的途徑，以減少對燃油電廠的依賴，並且可以減少二氧化碳的排放。2005 年 ENEL 宣佈建立 71 座風力發電機組分佈國內各地，每部機組發電量為 1.5 MW。雖然義大利不像歐洲的德國、丹麥、以及西班牙有豐富的天然風源，但義大利仍在世界最大風能生產國中排名第五。
- (4) 地熱發電(geothermal)，義大利容有歐盟全部地熱電能容量的 94%佔比、約有 795 MW 發電量，分析者估計義大利可能含有世界上平均最大的地熱能。

4.3 調度控制組織的變化

4.3.1 義大利自由化初期、輸電系統電網及系統調度控制從 ENEL 分割，其調度與控制權分屬 GRTN 及 TERN，合起來的國家中央調度中心或稱獨力系統運作者(Independent system operator, ISO)，其功能架構如圖 4.4 所示之義大利自由化初期國家調度組織(NCC, ISO)功能架構：

- GRTN 為電力輸電網的管理者，負責系統的安全、可靠、及效率，包括電力潮流的調度管理、停電維修審查、電網擴充規劃。
- TERN 則為電力輸電網的擁有者，負責電力系統的監視與控制、停電維修的建議與執行、電網擴充的執行。

4.3.2 TERN 擁有義大利的電力輸電網，它原為 ENEL 完全擁有的部門，2004 年 ENEL 降低 TERN 之持股為 50%、為符合義大利的電力自由化目標、

ENEL 於 2005 底持股降至低於 5%，且於 2005.11.1 與 GRTN 合併，合併後之名稱為 TERNA 公司，功能架構如圖 4.5 所示之義大利目前國家調度組織(NCC, ISO)功能架構及圖 4-6 所示之義大利目前國家調度組織架構：

- 電力輸電網的管理者與電力輸電網的擁有者合為一體，均納入 TERNA；
- 負責電力系統的調度與安全、電力輸電網的運轉與維護、電力輸電網的擴充規劃與執行、電力部門的統計等事宜。

4.4 電力系統調度控制

4.4.1 調度控制系統的架構

- 設國家獨力中央調度中心，位於羅馬：
- 將義大利二十省分為八區，設八個地區性控制中心，地點分別為 TURIN、MILAN、VENICE、FLORENCE、ROME、NAPLES、PALERMO、CAGLIARI，圖 4.7 所示為地區性控制中心地理位置及與中央調度中心的資料連繫詳；

4.4.2 國家獨力中央調度控制系統的功能：

- 線上控制：依據電力系統情況、考慮系統安全、可靠等約束下的電力系統調度控制，執行事故後復電、緊急控制、網路工作時的切換操作；
- 運轉分析：運轉資料的統計分析、電力系統分析及可能行動對策的掌握；
- 與互連的其他國家調度控制中心運轉協調；
- 執行自動發電控制，允許累積最大時差為二十秒；
- 執行電壓及無效電力控制。

4.4.3 地區性控制中心的功能：

- 線上控制：依據電力系統情況，於系統安全情況下，操作控制輸電網路。

4.4.4 新國家獨力中央調度控制系統：

- 由 ABB 承製，預定 2006 年完成，圖 4.8 所視為預定 2006 年完成之新調度控制系統。
- 在該架構下，資訊流為高度整合，調度中心間、調度中心與電廠間、調度中心與變電所間、調度中心與其它互聯電力池間、調度中心與獨立發電業電廠間、調度中心與配電業者間、調度中心与其它業者間等等均須有資訊的流通與管理機制。

4.5 特殊保護系統

4.5.1 義大利 ENEL 電力公司特殊保護系統設計準則：

- 在正常運轉情況，電力系統須符合 N-1 準則，發電機跳脫不喪失足夠的安全邊緣；
- 電力系統能承受的意外事故，在遭遇下述擾動時或擾動後仍維持系統的穩定：
 - (1) 單回線、或雙回線、或變壓器、或發電機等電力設備的單相、雙相、三相故障；
 - (2) 無故障情況下任何電力設備跳脫；
 - (3) 藉由自動卸載或機組解聯的方式，以避免系統分離或地區性的失步。而系統已經分離時，系統頻率低於 47.5Hz 地區、逐步卸載，系統頻率過高地區、機組逐步解聯。

4.5.2 特殊保護系統之目的為避免下列結果：

- 電力系統之分離；
- 暫態不穩定、過載、或電壓不穩定；
- 系統分離時，頻率不穩定；

- 系統分離時，頻率過高或過低；
- 系統失步。

4.5.3 義大利 ENEL 自動卸載或機組解聯特殊保護系統

- 電力系統概況：由於中南部發電不足，大量電力由北向南輸送，為避免系統分離，而設計使用特殊保護系統。

4.5.4 特殊保護系統架構：八個區域調度控制中心各裝一套微電腦程式控制器，國家控制中心裝設多套微電腦程式控制器；控制策略歸納如次：

- 由於中南部發電不足，大量電力由北向南輸送，輸電網路中有些線路跳脫會造成系統分離，此些區段稱為結構上的關鍵性區段，為避免造成系統分裂，需有適當的控制；
- 輸電網路中有些線路負載超過設定限制值會造成暫態不穩定、過載、或電壓不穩定，此些區段在此情況下稱之為關鍵性運轉狀態，為避免造成系統分裂，需有適當的控制；
- 為使每一關鍵性區段決定適當的控制動作，必需利用模擬程式作一些線外研究；
- 某些情況適合區域性處理，當緊急區域控制時僅處理很少資料；相反地，大部分情況需要依實際的輸電系統情況，集中於中央控制動作；
- 快速卸載或機組快速解聯控制動作執行，主要依據適當的控制矩陣、矩陣中欄表示關鍵性區段的解並聯狀態；排表示事故時必須切離之負載或機組，緊急控制的執行時間不超過一秒鐘。
- 關鍵性區段的每一線路監視資料包括段路器開關狀態、線路測距電驛信號、電力潮流超過或低於門檻(threshold)。

4.5.5 完成實例：

- 連接義大利及法國、義大利及瑞士的五條 380KV 關鍵性線路，其中一條或多條跳脫，造成其餘線路負載超過設定之門檻值，特殊保護

系統啟動、一秒鐘內執行完成事先經模擬分析設定之跳脫負載點。

- 義大利及法國雙回線潮流合超過一設定值，特殊保護系統啟動、三十秒鐘內執行完成事先經模擬分析設定之跳脫負載點。
- 北義大利 Florence 地區四條關鍵性 380 KV，其中一條或多條跳脫，特殊保護系統啟動、一秒鐘內執行完成事先經模擬分析設定之跳脫負載點，以免造成電壓降低、過載、或可能造成系統分離。
- 義大利及西西里間之海底電纜跳脫，特殊保護系統啟動、西西里端 0.5 秒鐘內執行完成事先經模擬分析設定之跳脫負載點，以免造成西西里網路頻率過低。
- Portotolle 火力電廠之 Portotolle 有兩條 380 KV 雙回線，其中一條或兩條雙回線跳脫，特殊保護系統啟動、0.1 秒鐘內執行完成事先經模擬分析設定之 Portotolle 一部或多部機組跳脫，以降低 Portotolle 機組電機暫態以及避免 Portotolle 其餘機組失步。

4.6 電壓及無效電力控制

4.6.1 輸電網路電壓控制分為三個層級：一次控制(primary control)、二次控制(secondary control)及三次控制(tertiary control)。因特性上的關係，這三個層級在時間及空間上都是各自獨立的。

4.6.2 一次電壓控制適用於所有發電機，確保發電機之定子電壓維持在其設定值上。有時還包括電容排及並聯電抗器的開關控制、及在某些需要快速且有效的電壓支撐的重要的網路點上所使用之 SVCs。利用 OLTC 進行變壓器電壓控制亦屬於一次電壓控制的範圍。

4.6.3 二次控制將網路分割成二十個不會交互影響的區域，分別控制這些區域的電壓。可自動調整某些發電機組的無效功率以控制該區域內導引節點(pilot node)之電壓，該點即代表該區域內所有點之電壓。

4.6.4 三次電壓調整決定導引節點的電壓設定點以使系統在安全以符合經濟效益的情況下運作。

伍、義大利 CESI 電力研究院技術研討

5.1 CESI 發展背景

5.1.1 1956 年義大利電力業及電機製造業為支援義大利電力網的發展而創立，目前也從事輸配電部門的工程顧問服務、中高壓測試者服務；

5.1.3 2000 至 2003 年間，ENEL 自由化及民營化導致 ENEL 工作於輸電及配電、火力及水力發電、再生能源、及環境的研究部門之員工併入 CESI，而使其可提供電力系統規劃、運轉及維護、以及研發的服務；

5.1.4 2003 年與 ENEL 合資(ENEL 51%, CESI 49%)創立 CONCERT 提供檢測服務；2004 年再獲得 ISMES，可提供公共管理及電力業的事故預防及減輕、運轉及維護、創新等服務；2005 年 CESI 獲得 IPH and FGH，可提供電力機器的測試服務。

5.1.7 CESI 集團人力及工作領域：

- CESI 集團擁有義大利 CESI、1036 人；CONCERT、21 人；德國 IPH、66 人；FGH、21 人。CESI 集團總部設於米蘭，從業員工數為 821 人、Bergamo(原 ISMES)員工數為 83 人、Piacenza 員工數為 83 人、Naples 員工數為 12 人，合計為 1036 人。
- CESI 從事工作包括檢定、測試、研發、工程顧問、諮詢、以及特殊設備提供。

5.1.8 CESI 最近可能的變化：該公司原以量測及驗證為主，據 CESI 說明 ENEL 自由化後研究部門約 700 人併入該公司，而使 CESI 組織中含有義大利研究院功能，由於研究經費亦有取自歐盟。研究部門約 400 人可能由該公司分出、另行成立單獨之研發組織，可能之原因為助於由義大利及歐盟研究基金取得。

5.2 電壓及無效電力控制

5.2.1 電壓控制的主要資源包括發電機、同步補償器、電容器和電抗器、以及變壓器的分接頭。控制器包括：發電機的電壓控制系統、電廠的無效功率控制系統、區域的電壓控制系統、OLTC 的電壓控制系統、集中遙控 (centralized-remote) 的電壓控制系統等。

5.2.2 CESI 設計之電壓無效電力控制應用於 TERN，控制資源與行為是由一包括三個層級(一次、二次、三次)及一個預測層級的結構性系統所組成的。前兩層明顯的為即時的封閉迴路控制；而三次控制則可為自動、亦可為手動，預測研究也會用到離線的研究。

5.2.3 一次電壓及無效功率控制

- 指依據當地量測而自動在每個設備的控制動作。時間範圍由100 ms至數秒不等。有關設備包括具有AVR的發電機或同步補償器、自動電壓控制的電容器及電抗器、變壓器自動分接頭。
- 其中發電機電壓控制的主要目的是要確保，即使在當地有很大擾動的情況下，還可以穩定的連接在電網上。其他的控制主要是用來改善系統的效能。

5.2.4 二次電壓與無效功率控制（詳圖4.9及圖4.10）

- 主要牽涉到電壓控制區域內可控制資源之協調，以有效地改善輸電系統的電壓品質並維持系統的安全。時間範圍在一分鐘至數分鐘間(在自動的情況下)。
- 二次控制可自動或手動，基本上是分散控制系統各區域的電壓。因此，使用一非交互的控制法以將在不同主要元件間有害的交互影響降到最低。但需監測大範圍的地理區域，以處理所有的資訊。
- 此外，此種控制的主要目的是在一限制範圍內定義一可處理單一事故並同時滿足負載的操作點。因此，二次電壓及無效功率控制的目的

是在一次控制參考點做電壓、無效功率即時的調整，並直接動作可控制資源(連續控制、下令開關或上下修正)。

- 其他的動作包括啟動或停止發電機以支撐電壓、分散壓降、限制變壓器接頭的動作或卸載等。
- 在反應時間的考量上，必須要將一次及二次動作分開：二次控制的反應時間不能少於1分鐘且在TVR的情況下，不能超過數分鐘。

5.2.5 第三級電壓和虛功率控制

- 指位於最上層的國家電力網度中心基於經濟效益及安全性之最合適化的控制。相對而言，此為一較慢的控制(自動的情況約為5-10分鐘)；依據即時的量測，控制二次電壓等級之設定點。
- 系統電壓控制僅與第三層的動態情況有關。控制是為了短期的調度而非考慮一閉迴路的穩定度。三次控制的反應時間不能太長以避免網路變得不安全，也不能太短以避免與一次或二次控制動作衝突。
- 若為自動閉迴路的三次電壓控制，反應時間不能低於5分鐘，以達到與二次電壓控制在時間上的獨立性。如沒有自動閉迴路之三之電壓控制，則可利用自動的二次控制、在一次控制及三次控制的時間區間中提供動態及靜態的穩定行為。

5.2.6 電壓和無效功率預測研究

- 為將電壓及無效功率控制在最適當狀態、所進行的預測性研究或行動，預測研究要包含各種不同的時間範圍(一天前、一週前、數個月前)；
- 預測研究定義出使系統電壓及無效功率維持在最適當的值；可使用的控制包括非自動變壓器之分頭接點選擇、不在SVR內之機組的電壓調整器及電容器的排程、考慮電壓的電網開關裝置等；
- 經由預測研究建立一符合經效益又安全的電壓曲線，一般來說，預測研究通常為牽就可靠度而較保守；故就經濟效益的觀點來看可能不是最好的。此外，提供足夠的無效功率以處理正常的操作事故；

- 預測研究應包含所考量之控制系統的結構以正確的定義出一由三次電壓控制主導的最適當的預測電壓計畫及需產生的無效功率。
- 預測研究的目標是要在可靠度的限制下，考量的時間遠比一次、二次及三次控制要來得長。預測研究預先定義了一些環境、限制條件以及電壓設定點的值，可用來作為立即控制之依據。

5.3 義大利電磁場規定的演變及現況

5.3.1 義大利 1992 年的內閣總理令 (Decree of the president of council of ministers 1992, DPCM 1992) 訂定電力線 50Hz 磁場限定值為

$100\ \mu\text{T}$ (1,000mG)，此規定與 1999 年歐盟規定一致；高壓線與住宅間保持最低間距下、磁場限定目標值為 $2\text{--}7\ \mu\text{T}$ ；Veneto, Liguria, Toscana, Emilia, Romagna 等地區磁場限定目標值為 $0.2\ \mu\text{T}$ ；

5.3.2 義大利內閣總理於 2001.2.22 公佈 36 號令規定須建立三類磁場限定值如下，且需規劃改善之措施。

- 暴露限制值(指影響健康短期值)
- 注意值(指影響健康之長期警惕值)
- 品質目標值(指暴露值逐漸減到最小之警惕值)

5.3.3 在 2001 年春天，環保部提出使用於一般民眾之管制法規草案、但該草案未為衛生部接受，草案含：

- 暴露限制值： $100\ \mu\text{T}$ (1,000mG, 均方根值)；
- 注意值： $0.5\ \mu\text{T}$ (5mG, 指正常運轉狀況下，二十四小時紀錄平均值)；
- 品質目標值： $0.2\ \mu\text{T}$ (2mG, 指逐漸降低暴露值至最少的目標值)。

但然而義大利政府於 2001 年 5 月大選前仍無法達成該法規草案的共識。

5.3.4 在 2001 年秋天，義大利新政府組成科學委員會、以評估當時之義大利第 36 法規並提供建議，科學委員會協調者由義大利國家癌症研究協會 Francesco Cognetti 教授擔任、成員含義大利 Gabriele Falciasecca

教授及 Tullio Regge 教授、英國 Sir Richard Doll 教授、瑞士日內瓦世界衛生組織 Michael Repacholi 博士組成。

5.3.5 2002 年春天，該科學委員會提出建議，建議內容歸納如次：

- 為避免造成電磁場可實施面的混亂，修改第 36 號法令架構、僅保留該法規合適的曝露限制值；
- 曝露限制值應符合國際非游離輻射委員會(International Committee of Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP)於 1998 年公佈「指導方針」所述的「基本限制」值；
- 1998 年 ICNIRP 公佈「指導方針」所述的參考值應用來監視須符合規定的曝露值；
- 決定符合曝露限制值規定的權責單位應清楚地界定，公眾所關切地區電磁場量測結果應在一般民眾容易進出的地方執行；
- 為保證電磁場能維持在低的基準、除了具備高品質電磁場技術操作外，並鼓勵符合世界衛生組織 2001 年說明書建議作自願而划算的預警量測。

5.3.6 經過許多且甚為漫長的討論後，終於在 2003 年 7 月 8 日完成立法，電力線電磁場於一般民眾暴露新限制值也獲得認可(但仍未獲得州、區、鄉、地方自治聯盟的同意)，主要規定如下：

- 住宅區、校區、及一般民眾每日停留時間超過 4 小時的地區，在電力線正常運轉狀況下、電磁場的注意值及品質目標值為 $10\mu\text{T}$ (100mG)。注意值及品質目標值指正常運轉狀況下，二十四小時紀錄平均值
- 新電力線安裝及新建築物鄰近現有電力線，電力線電磁場的注意值及品質目標值為 $3\mu\text{T}$ (30mG, 電力線需符合此規定方可取得路權。
- 電壓等於或大於 132KV 電力線，運轉部門每隔三個月須提供電力線運轉電流資料給管制單位(電壓大於 150KV 管制單位為國家環境及國土保護部；等於或低於 150KV 管制單位為當地環保局)。資料形式由管

制部門訂定，所提供資料為每天十二點、每一點為正常運轉狀況下連續兩小時的電流平均值。

5.3.7 目前仍公開討論的問題：

- 檢驗符合限制值的程序：如何決定注意值及品質目標值每日中間值，以及評估中間值延伸的空間；
- 訂定電力線通道的程序。

5.3.8 世界各地實施的電磁場暴露值，基本上仍然照國際非游離輻射委員會(ICNIRP)於1998年公佈「指導方針」所述的「基本限制」。

5.4 電力品質

5.4.1 歐洲地區採用 CENELEC 技術標準 EN50160；該標準敘述頻率偏差、供電電壓大小、供電電壓變動、快速電壓突變、電壓驟降、瞬間停電、長期斷電、過電壓、瞬間過電壓、電壓不平衡、諧波電壓、間級諧波(inter-harmonic)電壓、供電電壓主信號電壓等的特性。管制單位參考這些標準，但不提供確切的限制及電力品質參數的規定。

5.4.2 CESI 於電力品質關切及研究的事宜為

- 對配電公司提供網路設計準則上電力品質提昇的程序的服務；
- 對管制者提供含括以監視與量測結果作電力品質的評估，以及技術規則顧問諮詢及建言；
- 對用戶提供技術分析及問題的解決建議。

5.4.4 CESI 獲得基金資助下進行兩項研究：

- 以問卷方式調查取得用戶一般負載特性、電力用途、生產製程及運轉設備、用戶使用設備組合的較詳細資料、目前工廠電力品質水準的資料、每年平均電力品質事件的次數及時間、電力品質擾動的結果及影響成本、緊要的斷電期間阻礙正常製程等資訊。
- 根據調查取得的資訊建立知識庫，以知識庫為基礎的軟體系統平台

所示提供電力品質不同解決方案供用戶選用。

5.4.5 由問卷方式調查，回覆樣本中分析結果顯示：

- 百分之 18 用戶反應每年發生 0-5 次停電/斷電事故；百分之 39 用戶反應每年發生 6-10 次停電/斷電事故；百分之 43 用戶反應每年發生 10 次以上停電/斷電事故。
- 百分之 11 用戶反應每年發過電壓電力品質事件；百分之 15 用戶反應每年發生電壓閃爍電力品質事件；百分之 74 用戶反應每年發生 10 次瞬間停電事件。
- 百分之 5 用戶肯定答覆保險中含括停電/斷電事故及電力品質事件損失。
- 每年保險含括工廠製程中停電/斷電事故及電力品質事件損失，問卷中回覆比例為 65%，其中 80%不願為此保證付費，20%部願為此保證付費、但每 KW 最高只願付 5 歐元保險費。

5.4.6 品質監視系統

- 義大利品質監視系統監視電壓均方根值、電壓驟降及斷電、諧波、電壓閃爍、電壓不平衡。
- 頻率、間級協波、暫態過電壓則不予以考量。

5.5 輸電壅塞管理

5.5.1 電力市場：分為三類

- 前一日市場(day ahead market, MGP)：為市場參與者之間的電力批發交易市場，次日的交易價格及量、電力產出及接收時程均予以訂定。次日每一時段，合乎區域間節點交易量的限制條件下，經市場機制所接收的標單，須達到交易的最大價值，此方式為標準的區域節點市場(zonal market)，。
- 調節市場(adjustment market, MA)：由於前一日市場投標結果，

負責供應點的市場參與者可能須修正其預定排程，而提出額外的用電或發電標。此種標起源於供應點的 24 小時發電及用電預定為投標者各自決定的，並不能保證這些供應點的供電與用電會合乎電廠動態限制，必須藉由此種標作調節。

- 輔助服務市場(ancillary services market, MSD)：提供 TERN 國家獨立調度中心獲取調度控制服務所需電源的市場，經由接收的標所獲取的能源用來修正「前一日市場」及「調整市場」取得的發電及用電排程、以解除「前一日市場」及「調整市場」未管理到的剩餘擁壅、而提供確保系統運轉安全所需的餘裕。

5.5.2 輔助服務市場的擁塞管理

- 輔助服務市場的目的為 (1) 購買 TERN 負載預測及用戶需求的差異、(2) 解決區域內及區域間的擁塞、(2) 獲取二次及三次餘裕。
- 輔助服務選擇標分為兩階段：第一階段經由剩餘機組安排程式、選取未進入「前一日市場」及「調整市場」24 小時排程的機組，以重新安排機組 24 小時排程而使總成本最低；第二階段為潮流分析、運轉安全、及節點間擁塞的解決。兩階段均由最佳潮流運算及 CESI 發展之運用程式處理。

5.5.3 線上擁塞管理下之頻率控制設計

- 此為研發中的頻率控制設計可助於擁塞管理，設計理念為將控制區分為實際控制區與虛擬控制區；
- 實際控制區為頻率控制下對實際控制區機組控制，以使頻率偏差修正；
- 虛擬控制區為頻率控制下對虛擬控制區的網路避免產生擁塞的機組調整控制。

陸、結論與建議

- 6.1 特殊保護系統(SPS)目前在歐洲建構系統頗多，義大利調度中心也有建立，其內建之邏輯查對表更新由該中心系統調度分析人員負責。惟有邏輯查對表符合當初建表時的系統架構及運轉情況，動作方較無失誤，特殊保護系統之使用方能發揮其功效。
- 6.2 義大利 CESI 設計之電壓無效電力控制應用於 Terna 自動化調度控制系統中，控制資源與行為是由一包括三個層級(一次、二次、三次)及一個預測層級的結構性系統所組成的。前兩層明顯的為即時的封閉迴路控制；而三次控制則可為自動、亦可為手動，預測研究也會用到離線的研究。此種控制模式將發電機組也與已納入，歐洲其他國家亦有類似控制模式，頗值參考。
- 6.3 完整的資產管理制度，不僅是維修制度的管理，它也包括生命週期的評估及生命的延長、風險管理、投資計畫、技術創新等，其管理制度及資訊資源的完善將助於公司營運績效的提升。
- 6.4 歐洲及義大利發電機組能源配比將因環保目標而發生相當大的變化，其中以燃油機組減少最快、而以複循環汽渦輪機增加最快，再生能源則陸續增加，其中再生能源以風力為主，其發展情況可予以參考。
- 6.5 在 2001 年秋天，義大利新政府組成垮國的科學委員會、以評估當時之義大利第 36 法規並提供建議，科學委員會由義大利國家癌症研究協會 Francesco Cignetti 教授擔任協調者，在當時電磁場難以作成結論情況下，其客觀的建議納入法規而完成法規制度，其作法可作為參考。
- 6.6 荷蘭 Essent 電力公司針對 XLPE 電纜電纜水樹進行研究，發現以往處理方式為(1)等待電纜破裂故障再做維修、(2)使用診斷法找出水樹位置後停再做維修、(3)更換整條電纜。該公司利用加壓灌輸矽樹脂之處理方式，分析其經濟效益結果為：更換電纜費用每公尺 80 歐元；加壓灌輸矽樹脂處理費用每公尺 25 歐元，頗值參考。
- 6.7 英國 Dello 能源及環保公司分析使用複循環汽渦輪電廠機組，與小型 1MW 或

5MW 汽電共生供應用戶的比較結果，顯示後者較為便宜。但該公司也說明目前尚不是電力公司投入時機，原因為費用及效能尚未確定，其後續發展可予以注意。

- 6.8 全域性無線封包服務(GPRS)資料封包傳輸提供經濟及時的通訊、提高現場工作人員資料及語音傳遞的效率，值得參考引用。
- 6.9 2004 年中變電所國際通訊標準 IEC61850 完成，2004 年 11 月初，瑞士 161KV 的 Winznaschachen 變電所安裝了世界上第一個以 IEC 61850 為基準的自動化系統。採用新通訊標準下，任何廠家保護裝置均使用與製造廠家無關之通用語言，不同裝置間資料、控制訊息互傳很容易達成。目前使用變電所自動化採用 IEC 61850 通訊協定者日見增加，公司相關單位宜加以參考。
- 6.10 行動式技術及全球定位系統(GPS)技術及行動通訊網路建立的現代化線上行動勞動力管理系統，可快速服務現場用戶、快速故障排除、縮短停電時間、展示正確及最新的訊息給用戶。完善的資訊平台及應用功能有助於服務品質的提升，頗值參考。
- 6.11 維護最佳化愈來愈顯得重要，從時間為安排維護的觀念轉換為可靠度、可用度、或風險安排維護的觀念，且分享調度中心的監視資源的作法，值得參考引用，目前可靠度維護中心(RCM)在歐洲已有實行。
- 6.12 歐洲管制政策制定者瞭解以往自由化及民營化結果持續降低研發，將造成主要基礎部份成果的衝擊，原因為研發成果最後會注入低生產成長力的經濟組織中，而會有正面的意義，因而激勵誘因中納入研發，頗值參考。
- 6.13 奧地利針對分散電源於電力品質的影響進行研究，在十個裝置不同分散電源地點進行量測。結果顯示輸入分散電源會造成電壓升高，但不引起電壓驟降及斷電問題，且對於諧波干擾、電壓閃爍、三相不平衡、頻率等電力品質參數的影響也不明顯，可作參考。
- 6.14 小型發電正處在發展的關鍵時刻，很多國家正開始作大量市場應用，廠家訂單爆滿、媒體報導增加、用戶查詢增多。更多用戶因小型發電使用也成為發

電者，配電網路結構也會發生改變。

- 6.15 新發電能源之中，風力發電技術處於領先地位，2004 年止歐盟風力發電裝置容量達 34,205MW，其中超過 80%裝置容量安裝在德國、西班牙、丹麥等三國。由於風力發電在這三個國家納入電網時、有些網路分擔風力發電比例較高，造成電力輸出的擺動，而影響供電品質。為降低電力輸出的擺動，歐盟基金協助成立之「渴望計畫」(Desire project)，建議採用風力發電及汽電共生的虛擬電廠(Virtual power plant)，虛擬電廠的電力輸出可事前決定，整個電廠可視為一體、接受獨立調度中心的調度，頗值參考。
- 6.18 十五年來丹麥大力推動風力發電及分散式小尺度汽電共生，其分散式發電多於西丹麥發電裝機容量的一半，其結果對供電安全及系統運轉的衝擊引起關切。由於用電需求取決於用戶、風力發電則僅賴風力、汽電共生則取決於熱氣需求及電力時間電價，保持負載與發電的平衡日見困難。2005 年 1 月 1 日開始大於 10MW 的汽電共生的電價不再採用時間電價，而交由現貨市場決定，2007 年開始電業法更規定大於 5MW 的汽電共生的電價不再採用時間電價，此措施不只改變汽電共生的發電模式、甚至可停止汽電共生發電，預料可望解決發電電力系統的平衡問題，其實際成效頗值後續注意。。

The EU has bet on renewable energy and CCGT's

The EU has made a clear bet on renewable energy and CCGT's, as well as on the fulfillment of its enviromental objectives.

TECHNOLOGY MIX IN THE E.U.

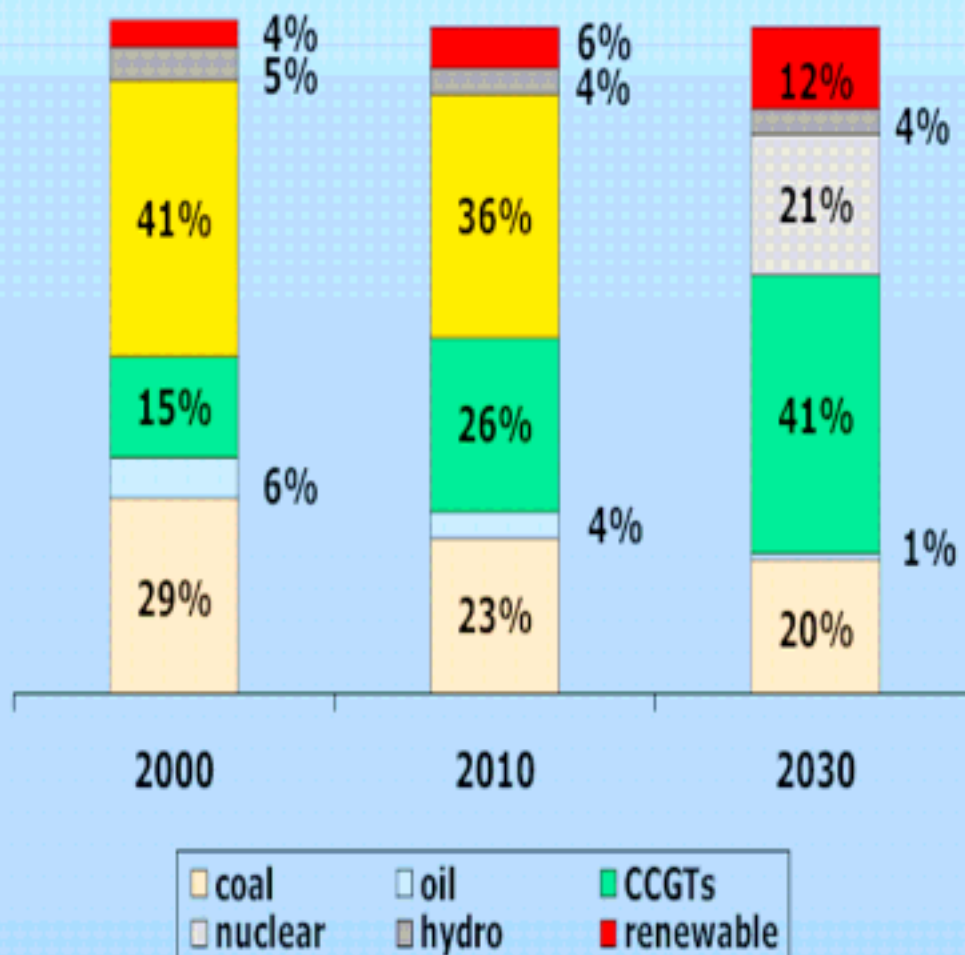
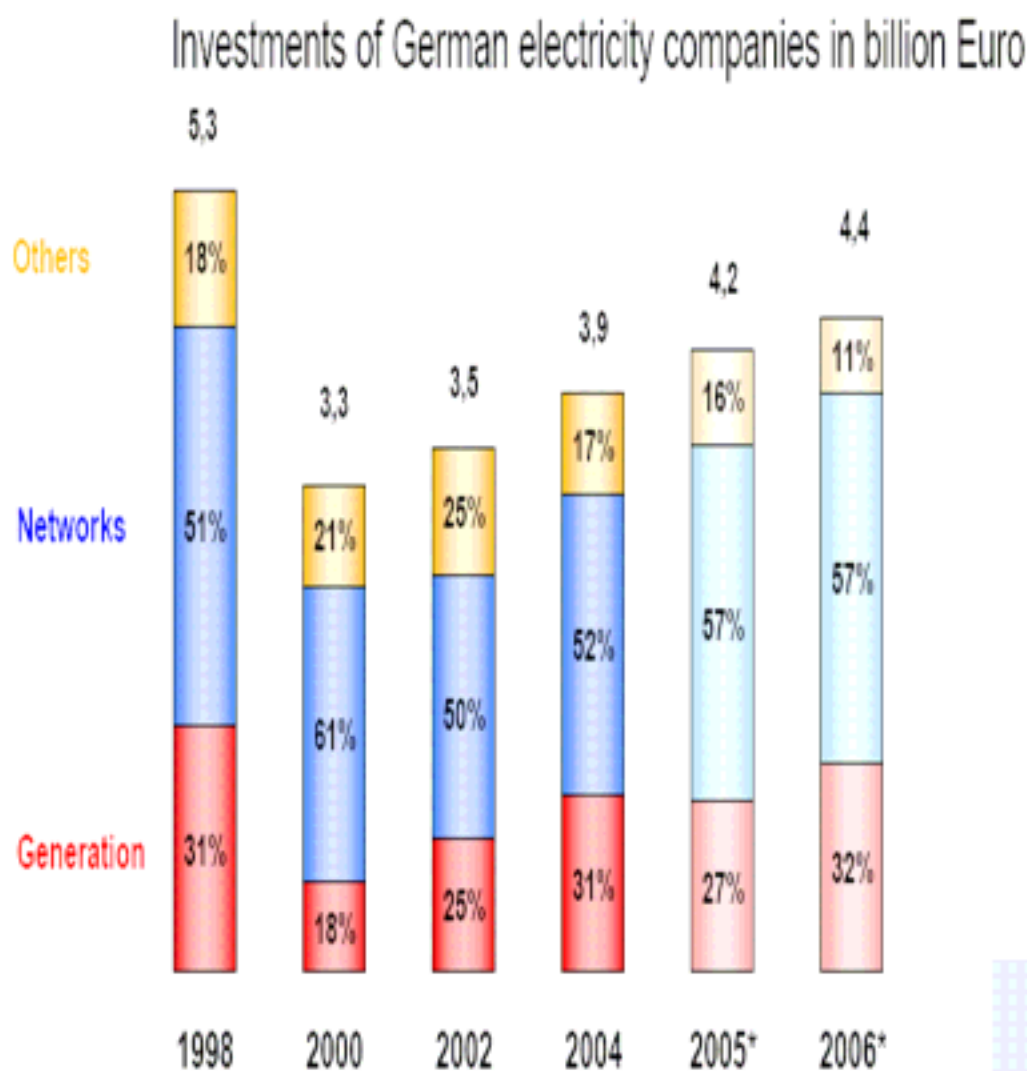


圖 3-1：歐盟能原配比變化(2000-2030)

Investments of German electricity companies have recovered since 2000



* Company investment plans spring 2005

Source: VDEW/Company reports

10

圖 3-2：德國電業投資增加及比例

Asset Lifecycle Management

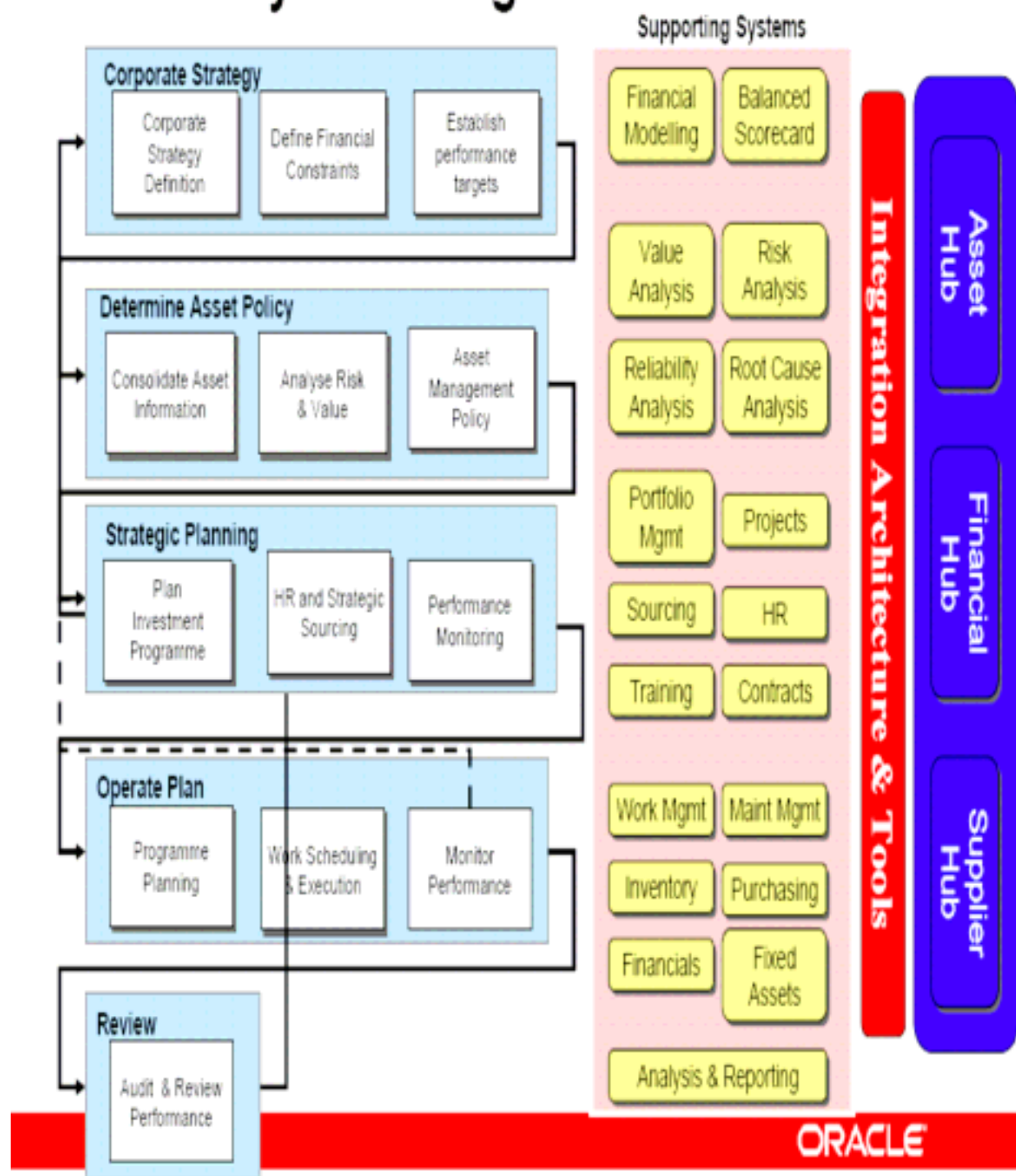


圖 3-3：資產生命週期管理



Endesa is promoting several R&D projects to explore all the possibilities that PLC technology can provide to analyse the network conditions in order to perform proper Condition Based Maintenance

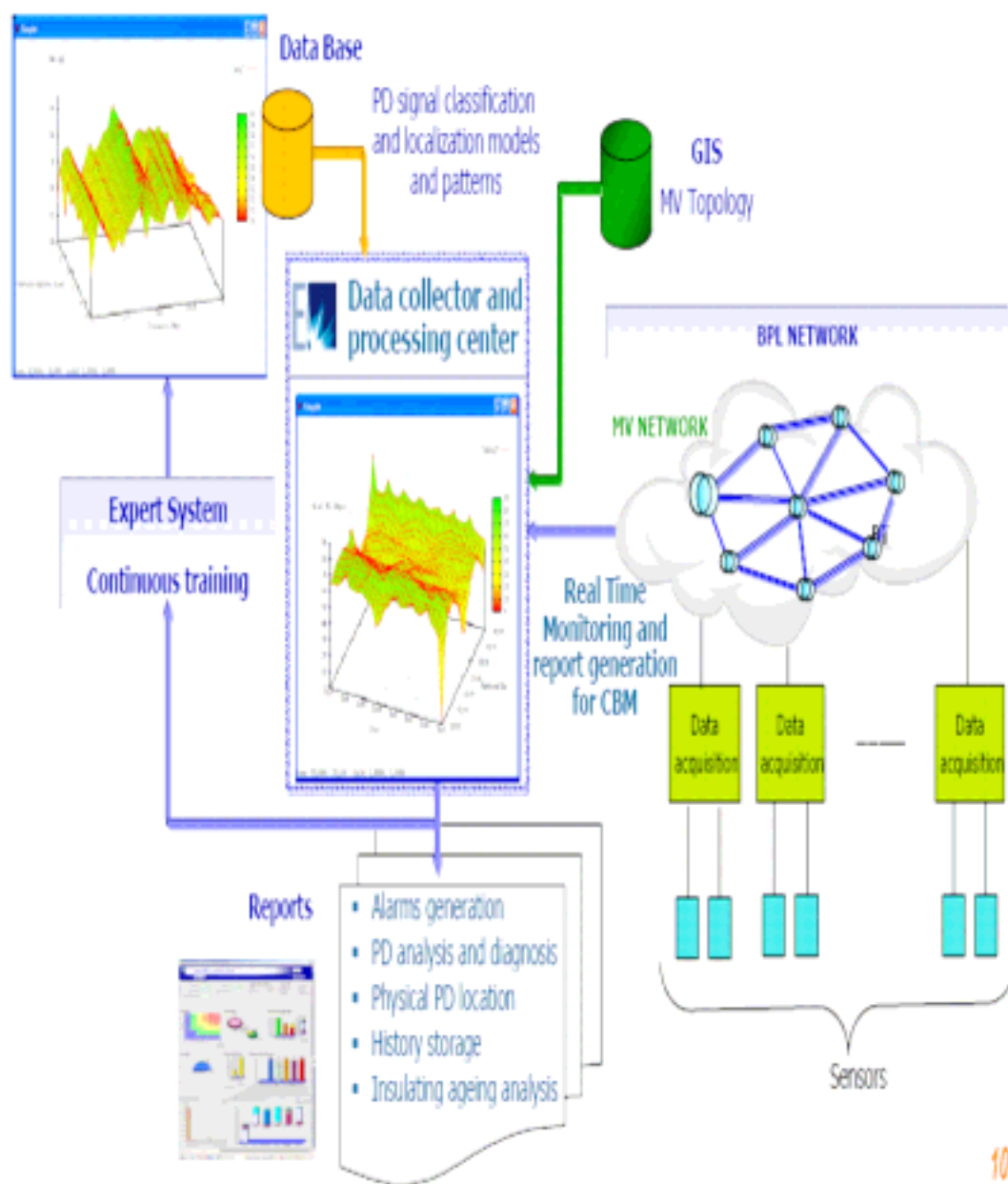


圖 3-4：網路狀況監視及維護管理系統

Electrical Network Strategy Group
co-chaired by the DTI & Ofgem

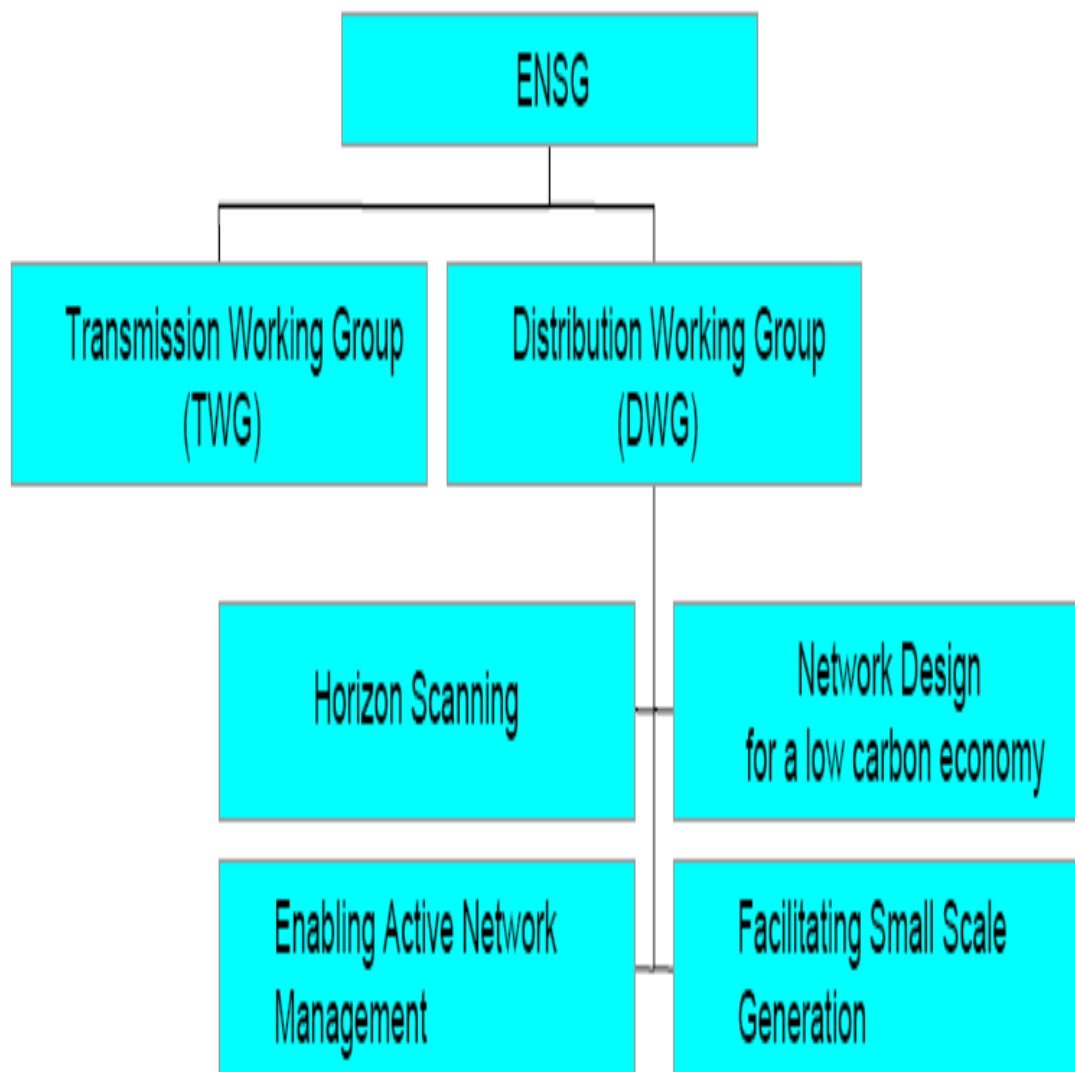


圖 3-5：英國電網策略小組組織架構

Tomorrow
distributed/on-site generation with fully
integrated network management

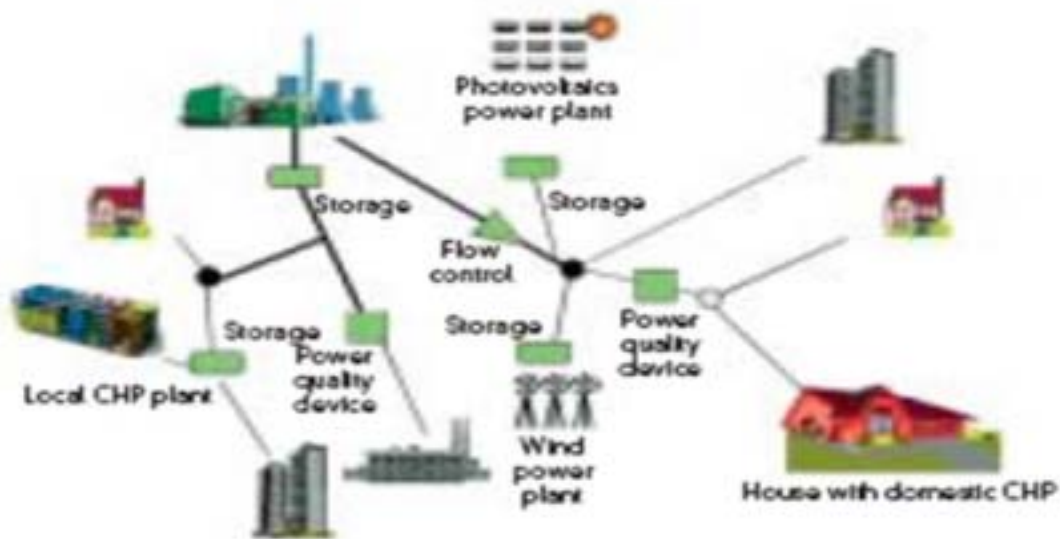


圖 3.6：配電及再生能源整合下的電網

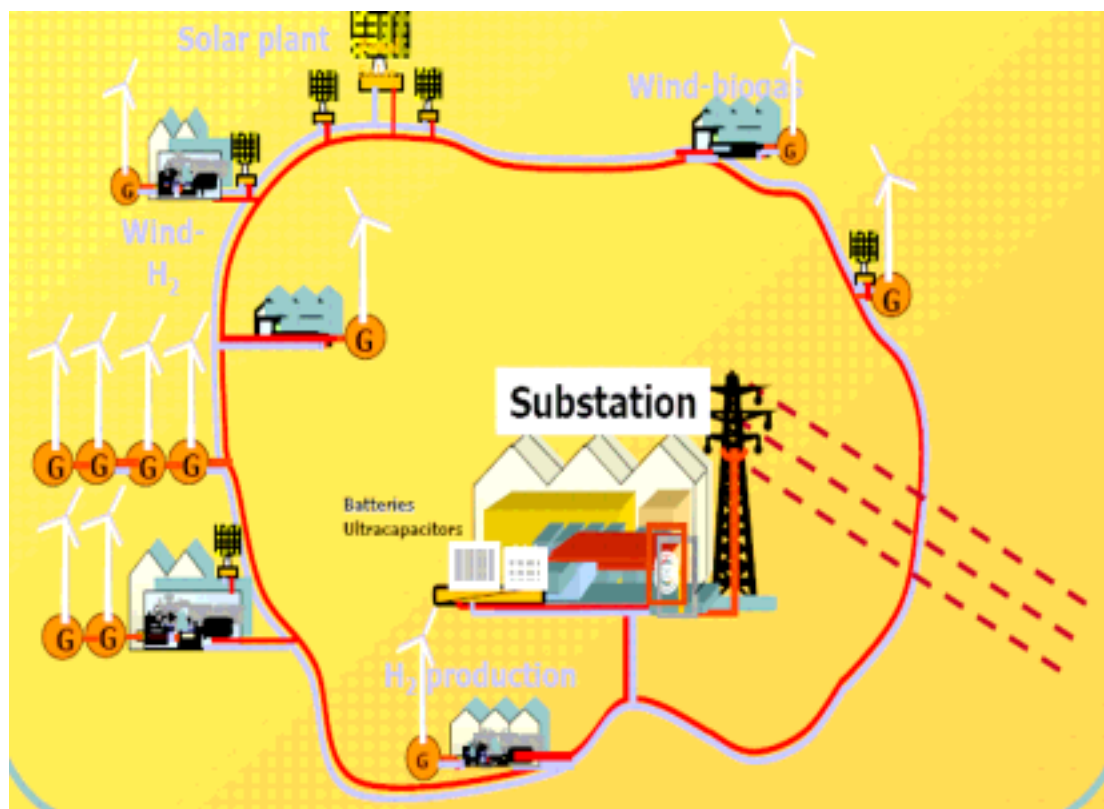


圖 3.7：再生能源直流連網再轉換為交流

Status after 2 years :
ca 150 Applicatons with IEC 61850 (by SIEMENS)



圖 3.8：使用 IEC 61850 通訊協定廠家之一建立的系統分布及數目

IEC 61850-Applicatons in Europe (Status 1/2006)



圖 3.9：歐洲地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布及數目

IEC 61850 Applications - without Europe (Status 1/2006)



圖 3.10：歐洲以外地區使用 IEC 61850 通訊協定建立的系統分布

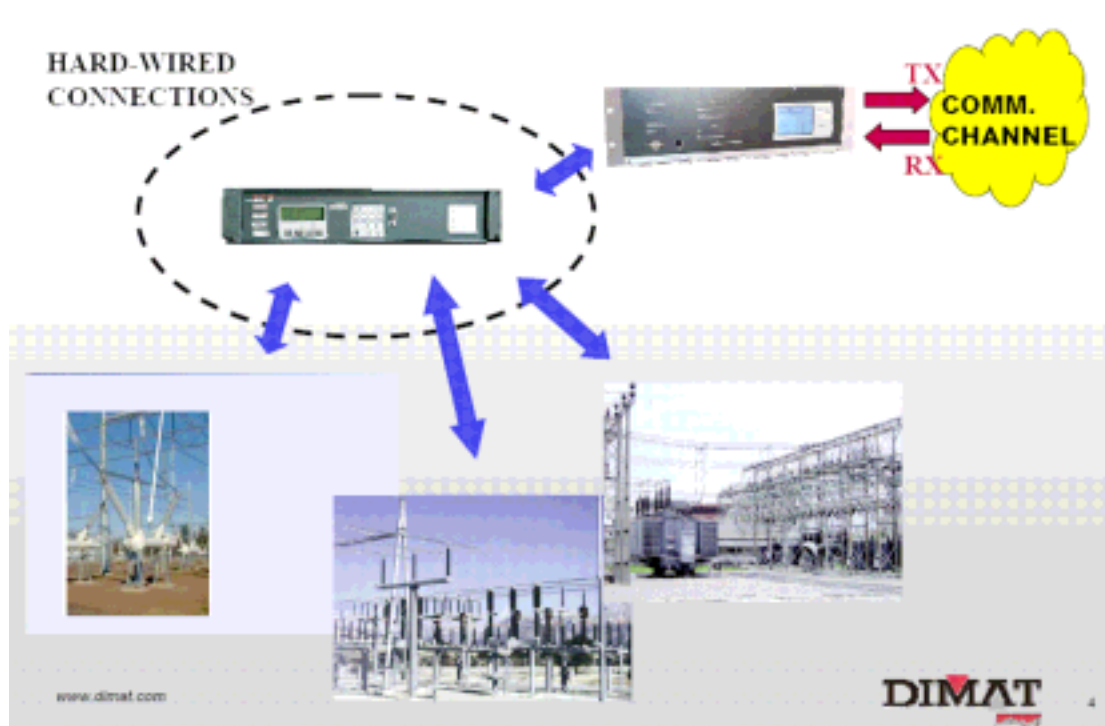


圖 3.11：傳統式變電所架構

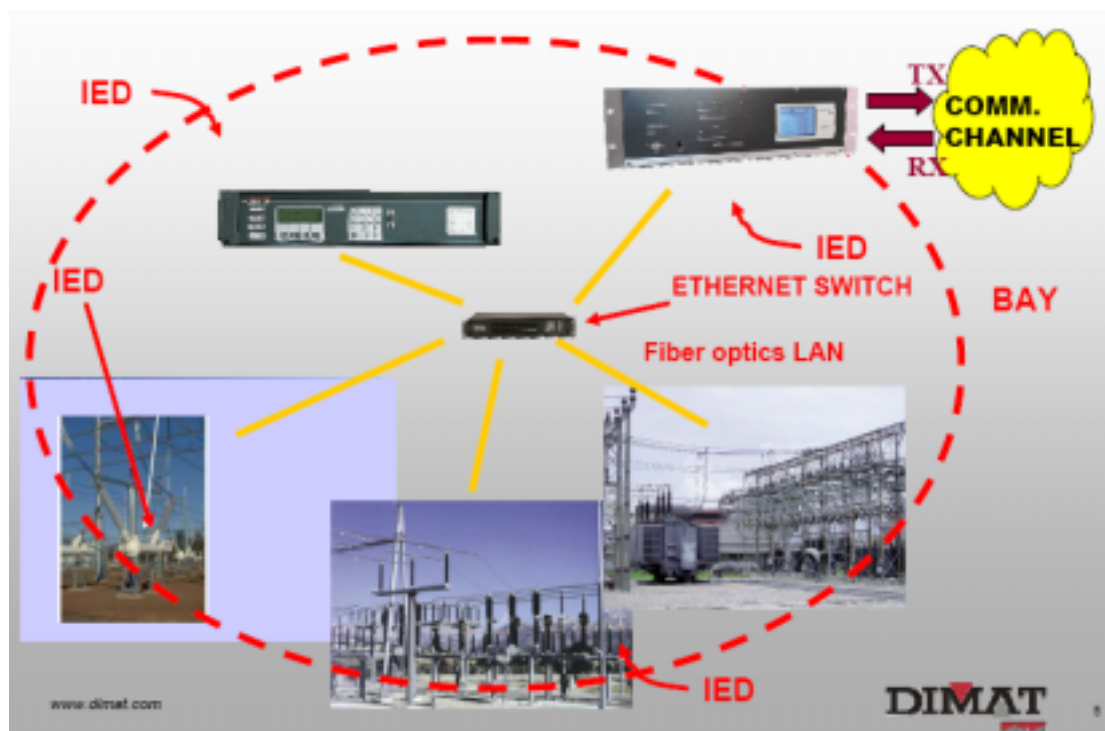


圖 3.12：智慧電子裝置及 IEC 61850 通訊協定的變電所架構

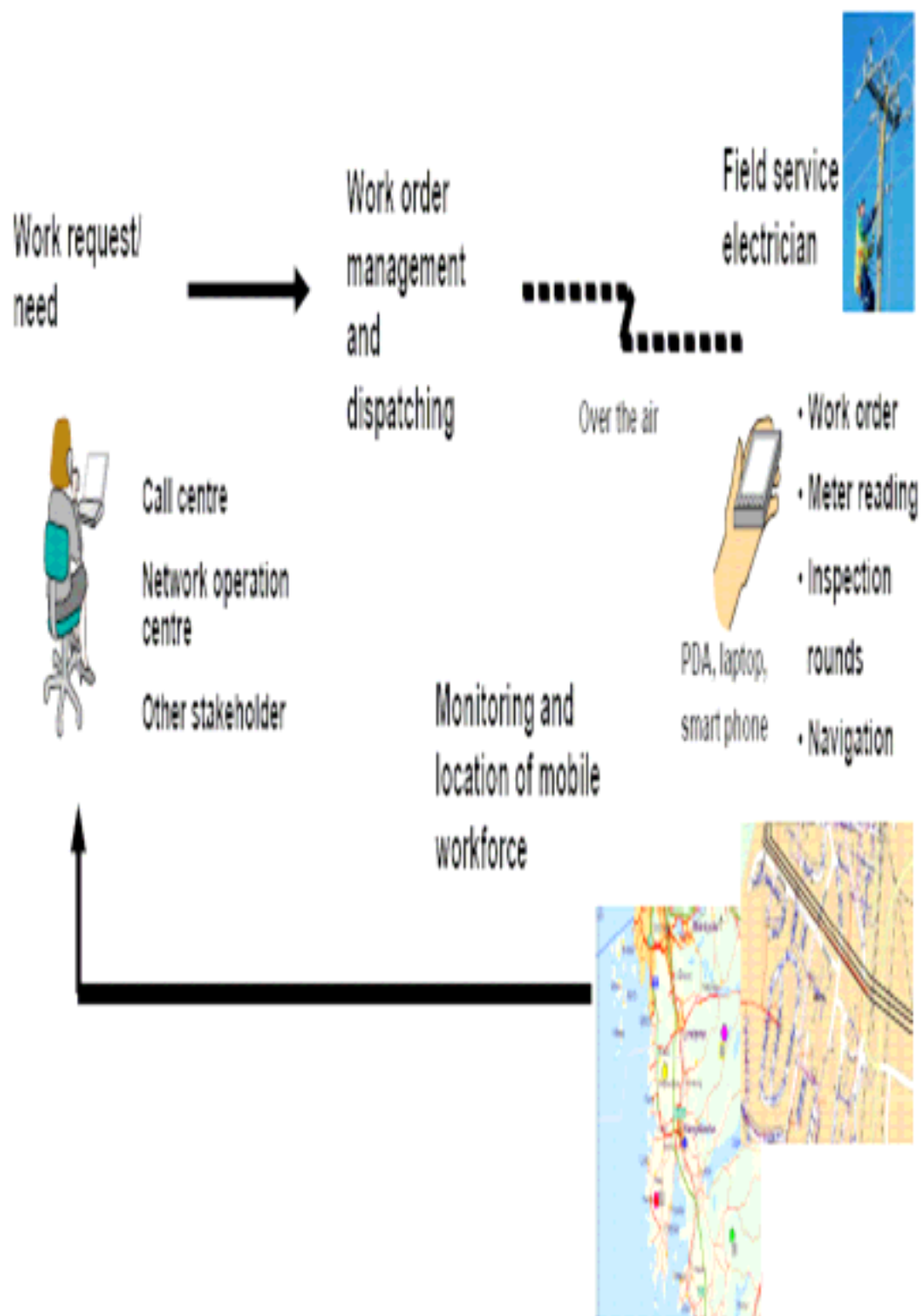


圖 3.13: 行動勞動力管理系統

Organisation

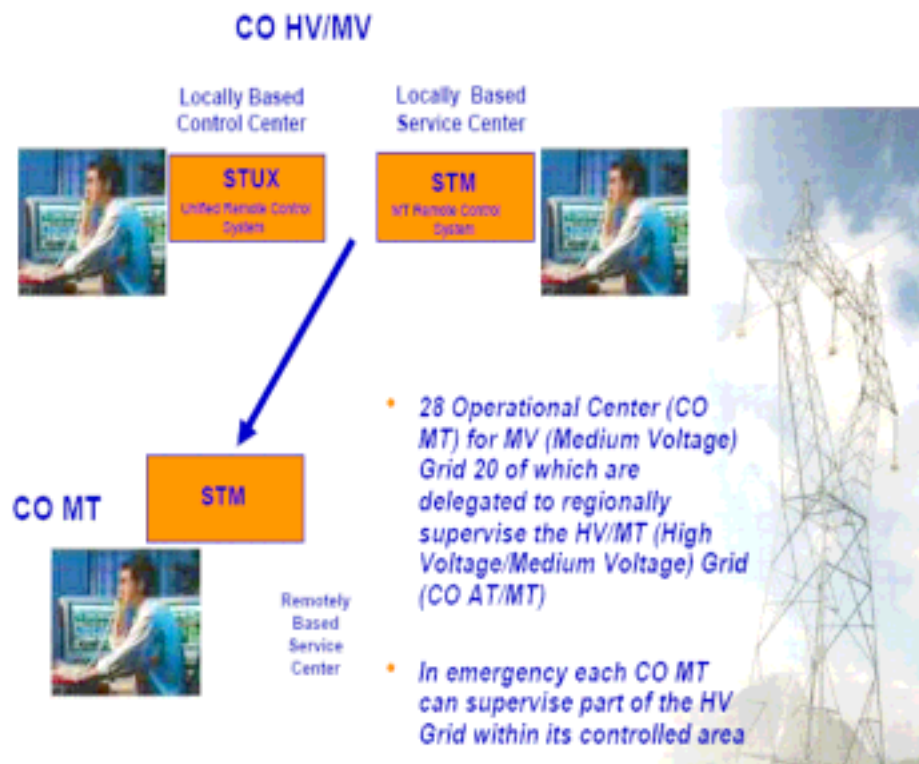


圖 3.14：ENEL 配電控制及維護中心架構

Regional Boards

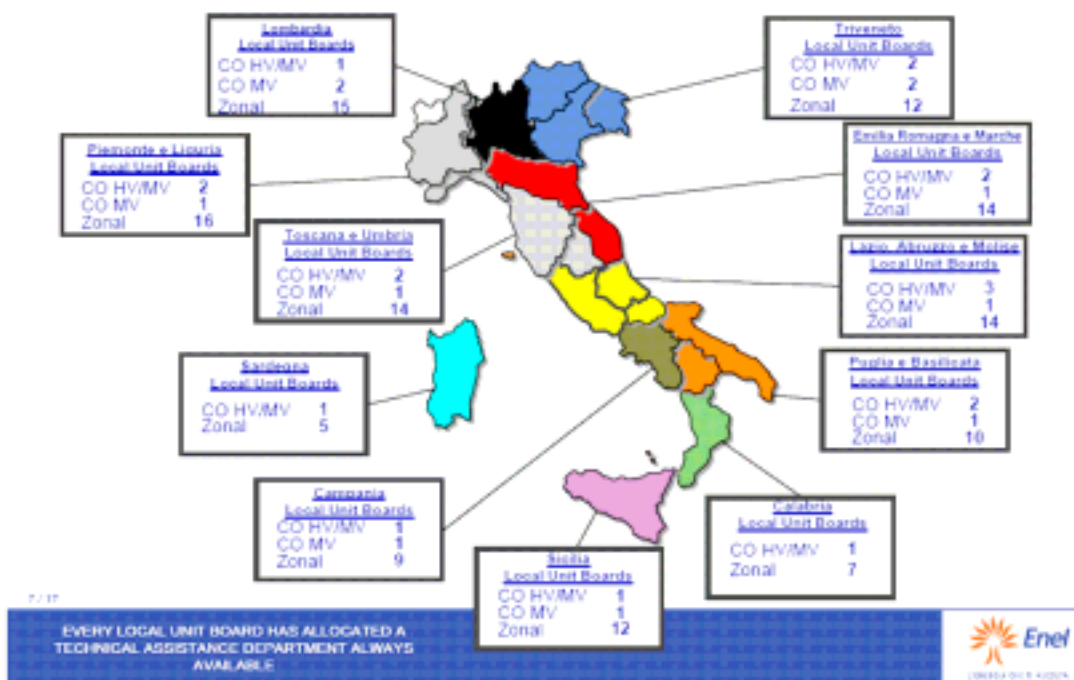


圖 3.15：ENEL 配電控制及維護中心分布

National electricity balance

(*) Provisional data	2005(*)	2004	Change
	(billion kWh)	(billion kWh)	(%)
Electricity supplied	329.4 (100%)	325.4 (100%)	+ 1.3
Net generation allocated for consumption	289.7	290.0	-0.1
Pumping storage plants	9.3	10.2	-0.9
Net imports	49.2 (14.9%)	45.6 (14.0%)	+ 7.7
Imports	50.3	46.8	+ 8.3
Exports	1.1	0.8	+ 40.2



圖 4.1：義大利電力供需概況

Status of Italian power system

Increase of consumption – (*) provisional data

Year	Billion kWh	% Change
2000	298.5	+ 4.4%
2001	304.8	+ 2.1 %
2002	310.7	+ 1.9 %
2003	320.7	+ 2.9 %
2004	325.4	+ 0.4 %
2005	329.4 (*)	+ 1.3 %

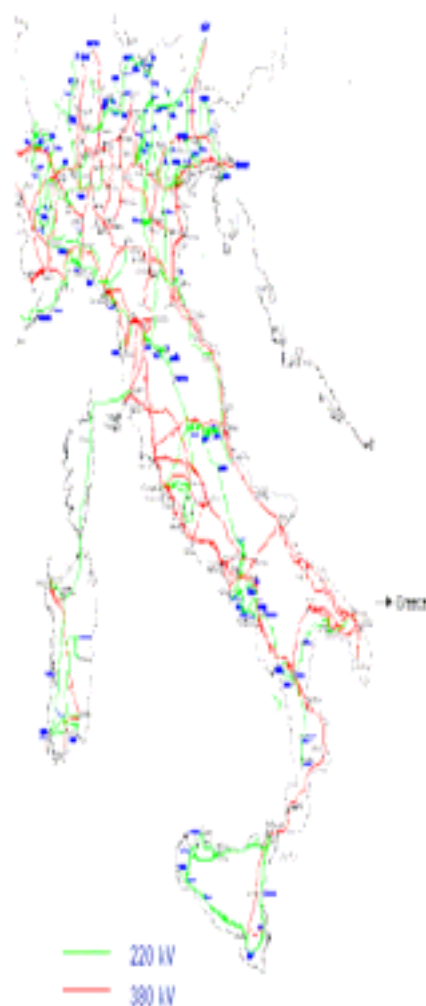


Yearly average growth = 2.1 %

Uso 1

圖 4.2：義大利電力負載成長概況

Transmission Grid in Italy



- Ownership of National Transmission Grid
92%(a)

- Substations^(b)

Transformers (n.)	568
Primary transformer/ switching substations (n.)	300
Transforming capacity (MVA)	108,409

- Transmission Lines^(b)

380 kV lines ^(c)	10,268
220 kV lines ^(d)	9,894
150 kV (or less) lines	18,613
Total	38,775

a) As of December 31, 2004

b) As of June 30, 2005

c) Includes the 400 kV Italy-Greece DC connection.

d) Includes the 200 kV Sardinia-Corsica-Italian mainland DC connection.

Total employees in Italy
3.423



圖 4.3：義大利電力輸電網概況

The Previous ISO Model: Terna & GRTN

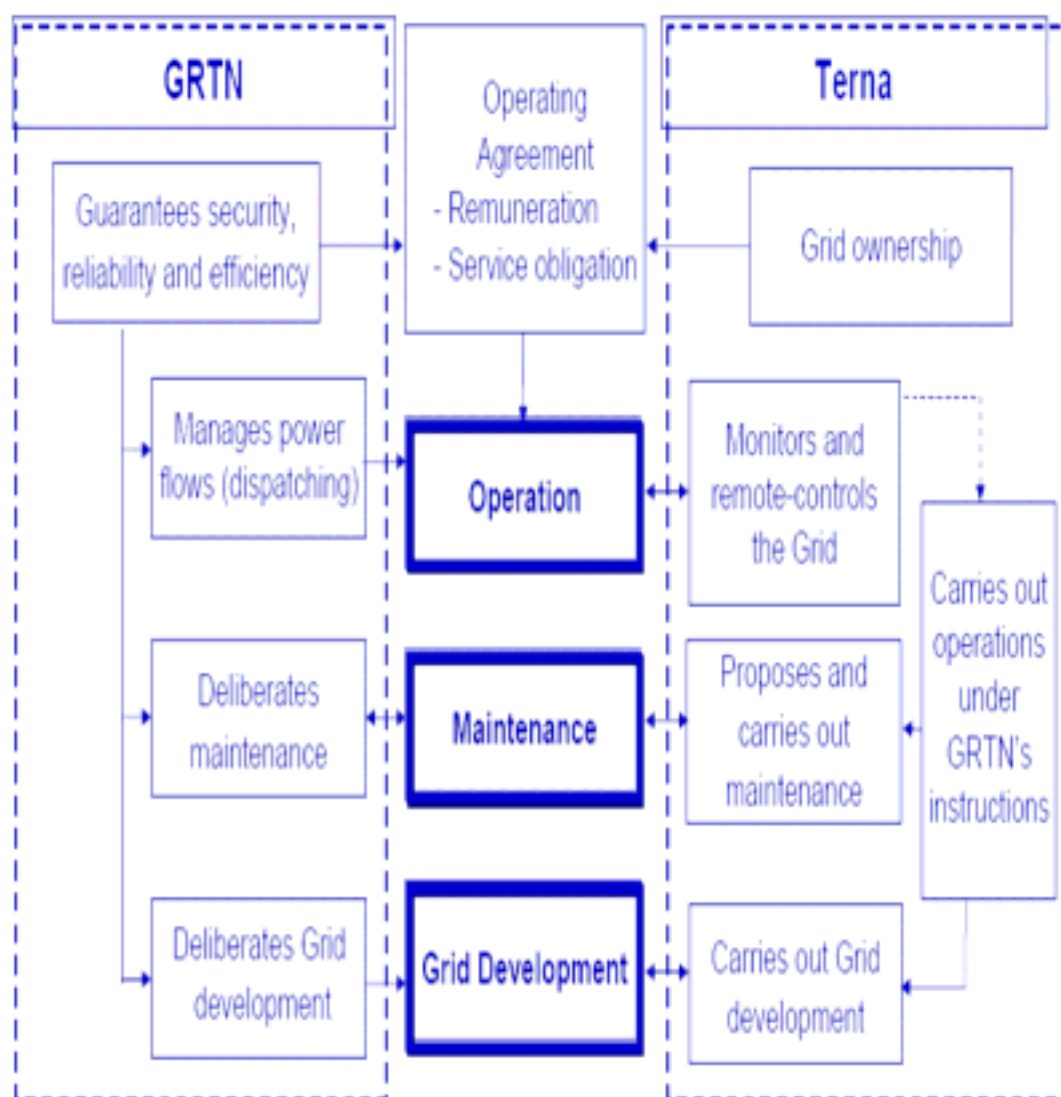


圖 4.4：義大利自由化初期國家調度組織(NCC, ISO)功能架構

Merge with GRTN after November, 1st 2005

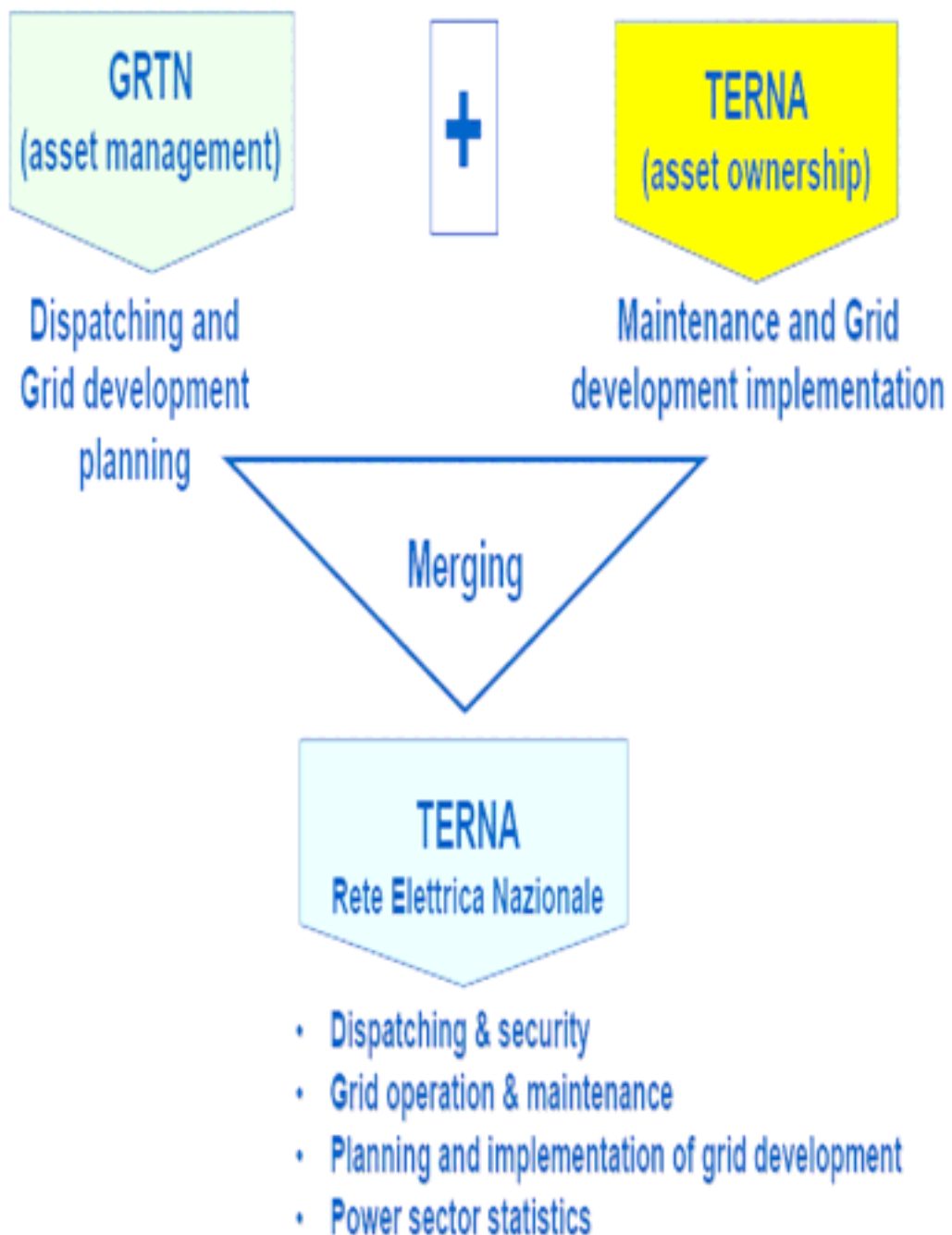
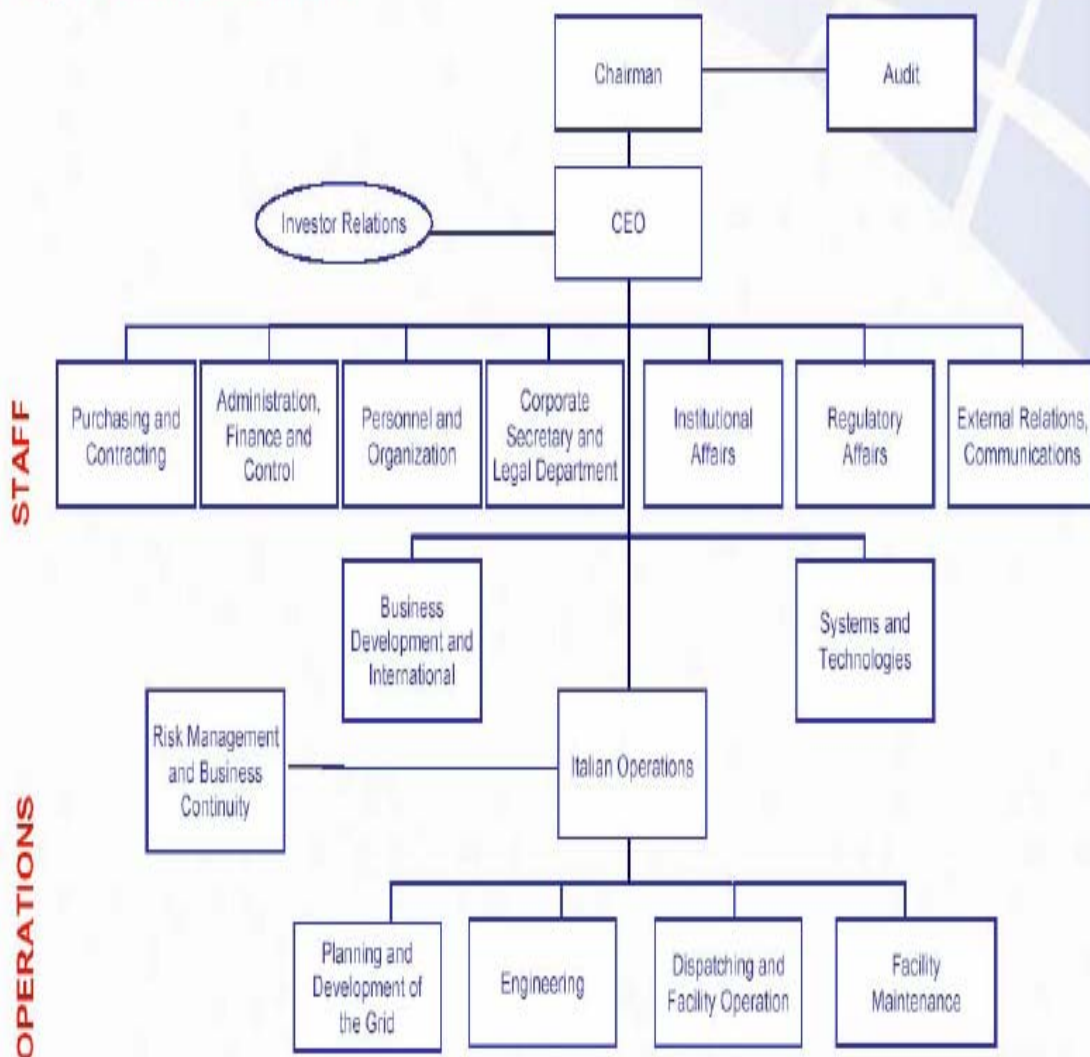


圖 4-5：義大利目前國家調度組織(NCC, ISO)功能架構

The New TERNA

Organisational Structure



Organisation designed to fit with the new perimeter and mission



圖 4-6：義大利目前國家調度組織架構

Territorial Branches Layout

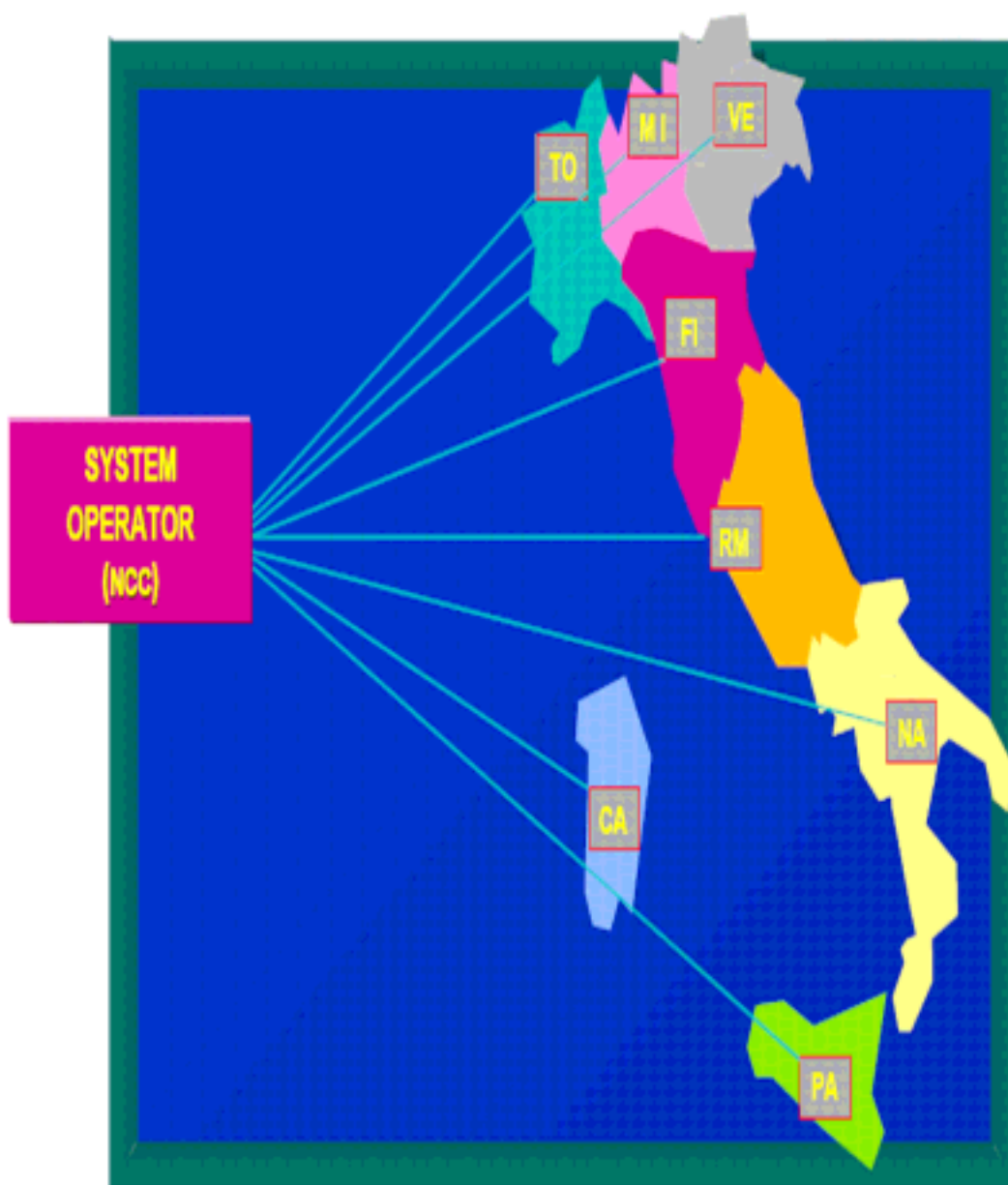


圖 4.7：地區性控制中心地理位置及與中央調度中心的資料連繫

NEW CONTROL SYSTEM AS SCHEDULED IN 2006

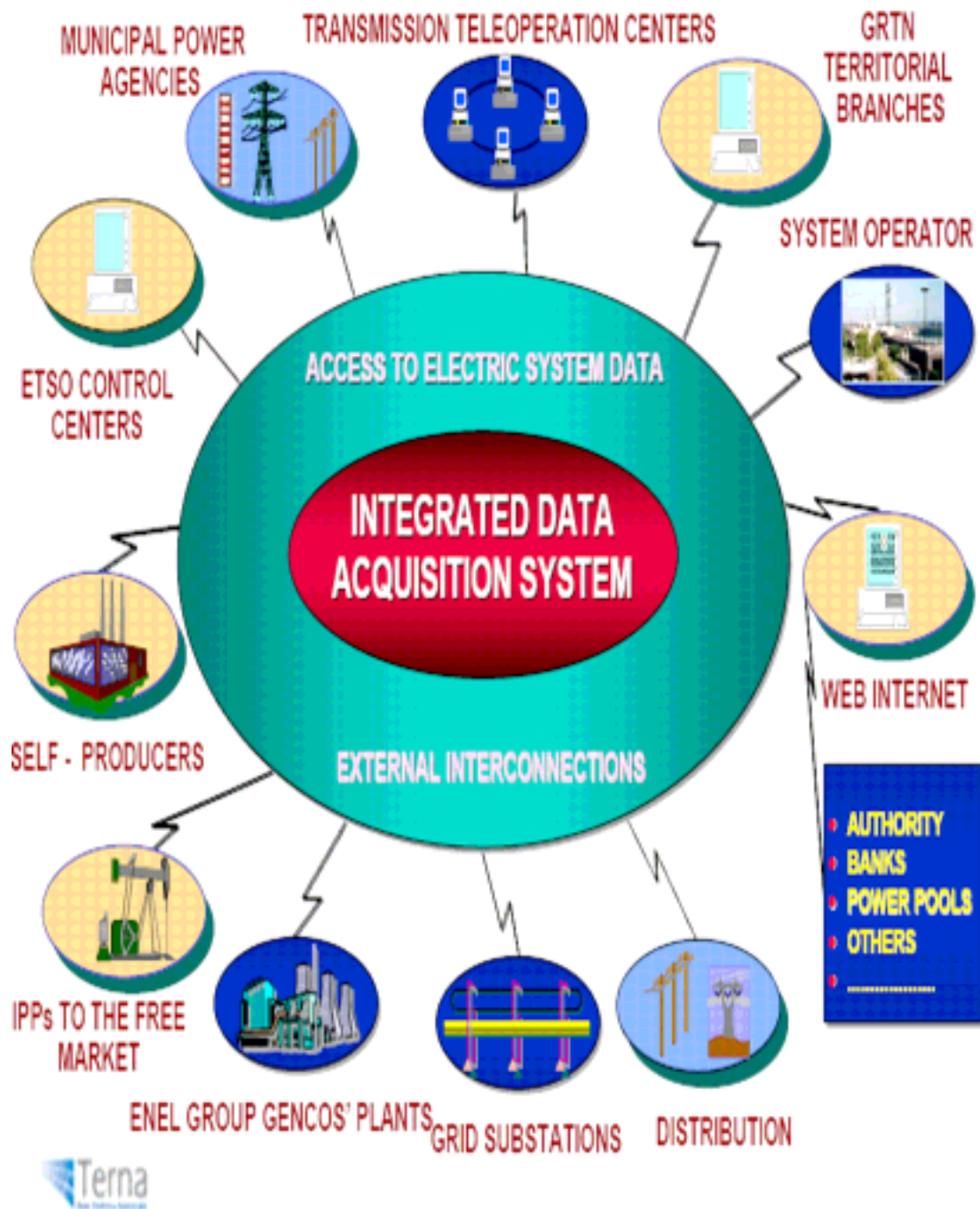


圖 4.8：預定 2006 年完成之新調度控制系統

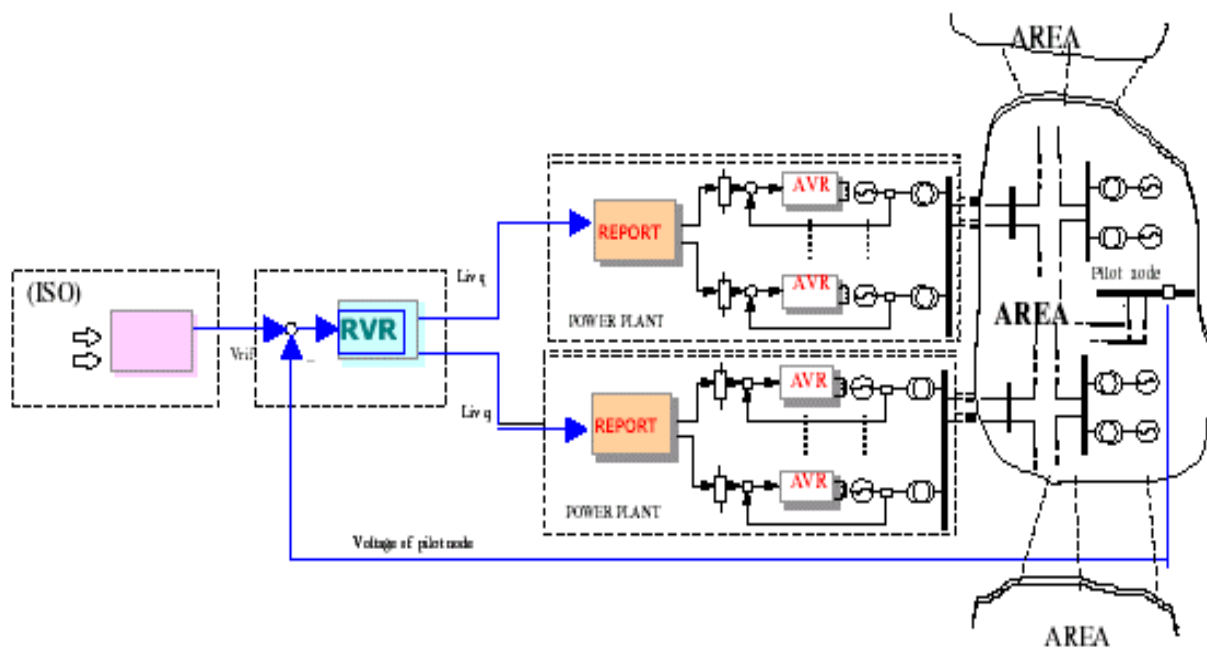


Fig.2 – Simplified scheme of the Secondary Voltage Regulation system.

Secondary Voltage Regulation: principles

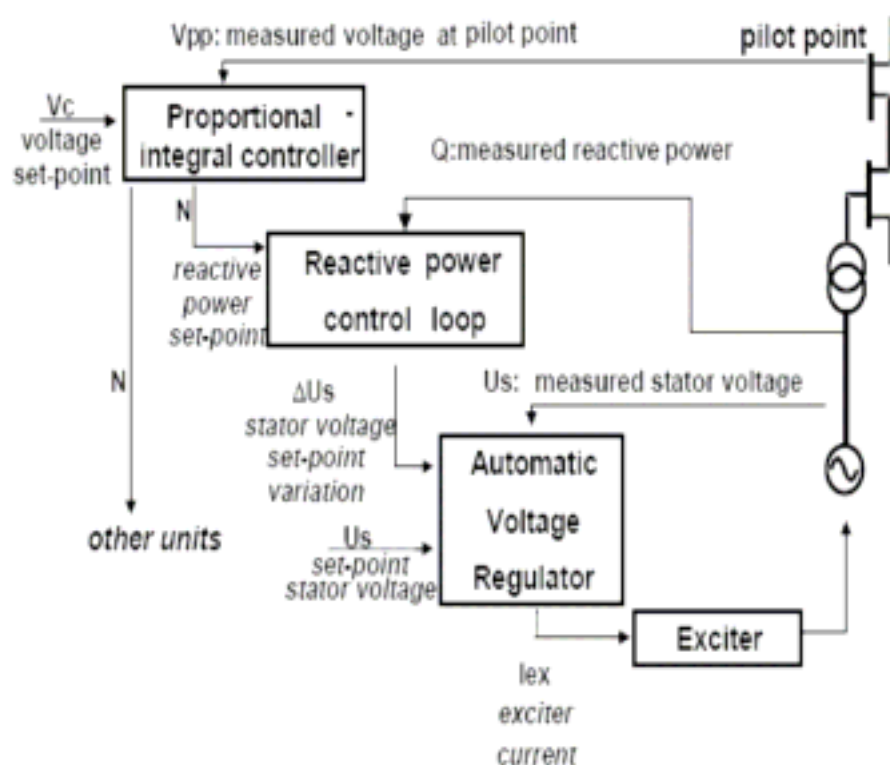


圖 4.9：電壓及無效電力控制的二次電壓與無效功率控制

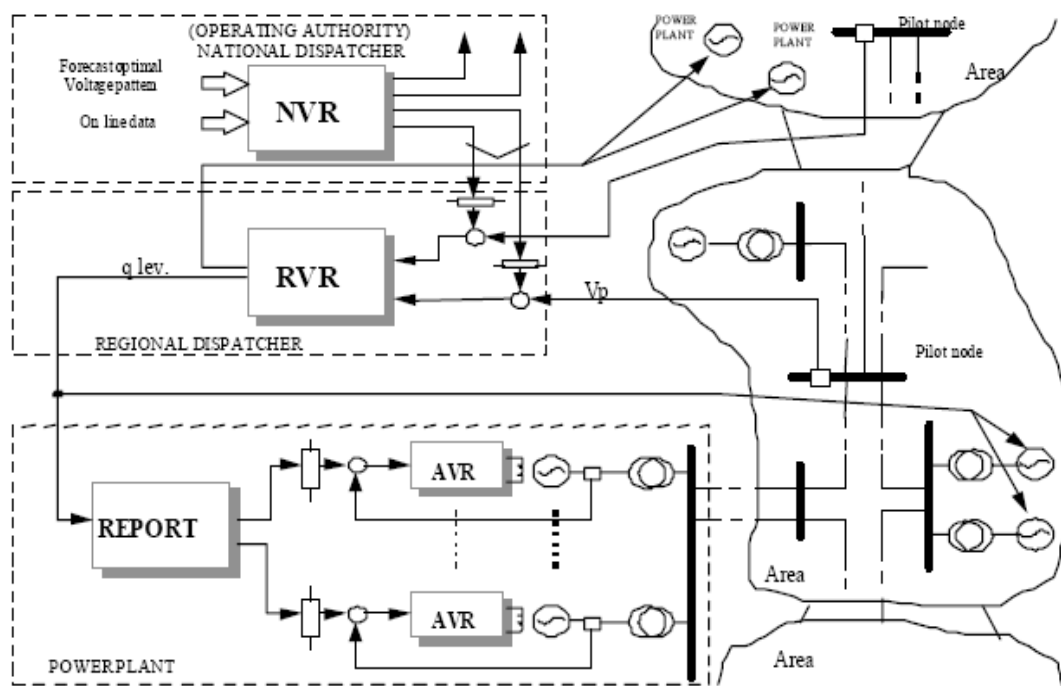
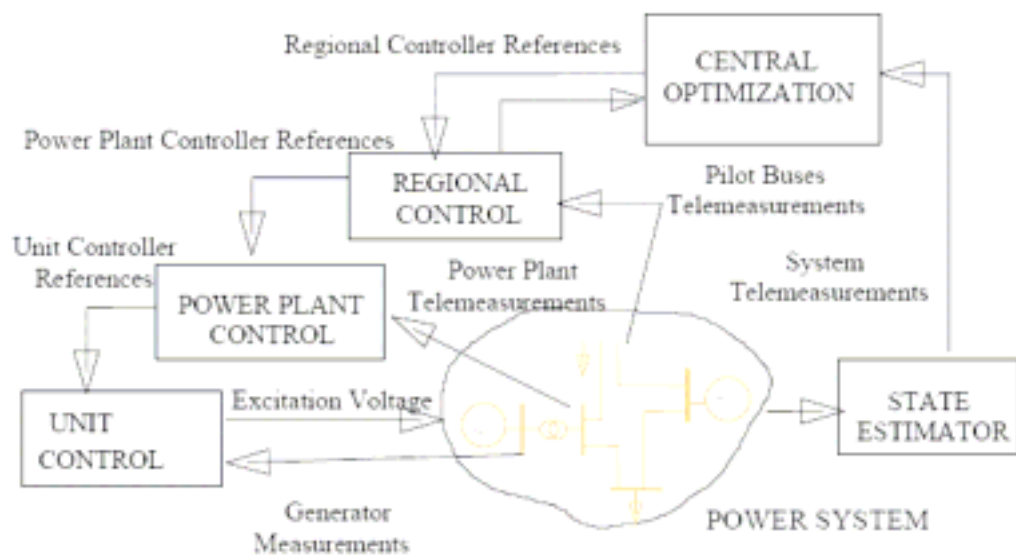


圖 4.10：電壓及無效電力控制的階層一、二次電壓與無效功率控制