การออกแบบทอพอโลยีเครือข่าย
(Designing a network topology)

Information Technology

การออกแบบทอพอโลยีเครือข่าย

- การออกแบบเครือข่ายแบบลำดับชั้น (Hierarchical Network Design)
- การออกแบบทอพอโลยีเครือข่ายแบบมีอุปกรณ์มากกว่า 1 ชุด (Redundant network design)
- การออกแบบเครือข่ายแบบโมดูล (Modular Network Design)
- การออกแบบเครือข่ายสำหรับองค์กร (Campus Network Design)
- การออกแบบเครือข่ายที่มีความปลอดภัย (Secure Network Design)

การออกแบบเครือข่ายแบบลำดับชั้น
(Hierarchical Network Design)

- ออกแบบเป็น 3 ชั้น (layer) ได้แก่
  1. Core layer เป็นชั้นศูนย์กลางควบคุมเครือข่าย ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีความเร็วและประสิทธิภาพสูง เช่น เราเตอร์และสวิทซ์ประสิทธิภาพสูงเพื่อให้เกิดความพร้อมใช้ และประสิทธิภาพที่ดีของเครือข่ายโดยรวม
  2. Distribution layer เป็นชั้นกระจายการทำงานไปยังเครือข่ายย่อย ประกอบด้วยอุปกรณ์เราเตอร์และสวิทซ์ประสิทธิภาพปานกลางที่สามารถกำหนดค่าในการใช้งานได้
  3. Access layer เป็นชั้นที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของผู้ใช้ ประกอบด้วยสวิทซ์และแอคเซสพอยน์ประสิทธิภาพต่ำ

การออกแบบเครือข่ายแบบลำดับชั้น

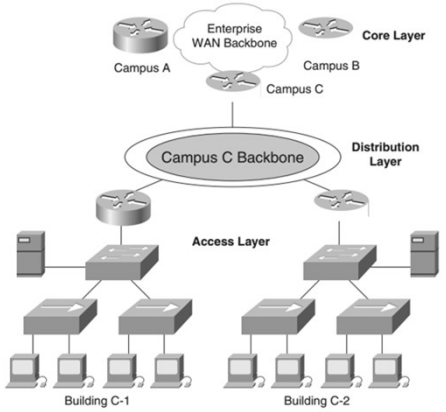


Figure 5-1 *Hierarchical Topology*

ข้อดีของการออกแบบเครือข่ายแบบลำดับชั้น

1. ลดขนาด broadcast domain และเวลาในการประมวลผลเพื่อส่งข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ
2. ประหยัดค่าใช้จ่าย โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในแต่ละเลเยอร์ซึ่งไม่ทำให้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงเกินความจำเป็น
3. การใช้เครื่องมือจัดการและตรวจสอบเครือข่ายสามารถติดตั้งในแต่ละส่วนของแต่ละเลเยอร์ทำให้ลดปริมาณข้อมูลในเครือข่ายและค่าใช้จ่ายในการดูแล
4. ง่ายต่อการออกแบบ ระบบเข้าใจง่าย จัดการและดูแลระบบง่าย การทดสอบระบบทำได้ง่ายเพราะแต่ละเลเยอร์มีการทำงานเฉพาะที่ชัดเจน
5. ง่ายต่อการปรับขนาดเครือข่าย

การออกแบบเครือข่ายแบบระนาบ (Flat Network Design)

- เหมาะสำหรับเครือข่ายขนาดเล็ก
- อุปกรณ์ในเครือข่ายทำงานแบบเดียวกัน
- ไม่มีลำดับชั้น หรือโมดูล
- ง่ายต่อการดูแลถ้าเครือข่ายไม่มีการขยาย
- ถ้าเครือข่ายใหญ่ขึ้นจะจัดการยุ่งยากมาก

ทอพอโลยี WAN แบบระนาบ (Flat WAN Topologies)

- WAN สำหรับองค์กรขนาดเล็กจะมี site ไม่มากนัก เชื่อมโยงเป็นแบบลูป
- แต่ละ site จะมี router เชื่อมต่อระบบกับ site อื่น เป็นแบบ point to point
- Routing protocol จะทำงานได้รวดเร็วมากในการค้นหาเส้นทางส่งข้อมูล และการกู้คืนเส้นทางส่งข้อมูลเมื่อมี link เสียหายจะทำได้ง่าย
- เครือข่าย WAN แบบระนาบโดยเชื่อมโยงแต่ละ site เข้าด้วยกันแบบลูป ไม่เหมาะกับเครือข่ายที่มี site จำนวนมาก ซึ่งจะทำให้มีจำนวน hop มากตามไปด้วย (ถ้ามี site มาก ควรเป็นแบบลำดับชั้น)

Flat VS Hierarchical WAN

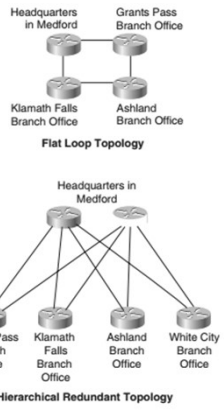


Figure 5-2 *Flat Loop Topology (Top) and Hierarchical Redundant Topology (Bottom)*

ใช้งบน้อย มีความพร้อมใช้ดี

มีความพร้อมใช้สูง การปรับขนาดเครือข่ายทำได้ง่าย Delay ต่ำ

ทอพอโลยี LAN แบบระนาบ
(Flat LAN Topologies)

- PC และ Server ใน LAN ยุคแรก จะเชื่อมต่อกันเข้าด้วยกันโดยใช้ Hub ซึ่งทำงานโดยใช้โปรโตคอล CSMA/CD ทำให้เกิด Delay มาก
- ปัจจุบันการเครื่อง PC และ Server จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยใช้ Layer 2 switch ทำให้เซกเมนต์เครือข่ายมีขนาดเล็ก
- การเชื่อมต่อเครือข่ายด้วย Switch จะถือว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ใน broadcast domain เดียวกัน เพราะ switch จะส่ง broadcast frame ที่ได้รับออกไปทุกพอร์ตที่มีอยู่
- Router สามารถแยก broadcast domain ได้
- การออกแบบเครือข่ายแบบลำดับชั้นจะช่วยแก้ไขปัญหา broadcast domain ได้ดีกว่าแบบระนาบ

เครือข่ายแบบ Mesh
(Mesh Topologies)

- เครือข่ายแบบ Mesh จะมีความพร้อมใช้สูงมาก โดยการเชื่อมต่อทุก switch และ router เข้าด้วยกันทั้งหมด
- เครือข่ายแบบ full-mesh จะมีประสิทธิภาพสูงมากเนื่องจากอุปกรณ์ทุกตัวจะมีสายเชื่อมโยงถึงกันหมดโดยตรง
- เครือข่ายแบบ partial-mesh จะมีสายเชื่อมโยงน้อยลง ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์ตัวกลางในการส่งต่อข้อมูลแทน

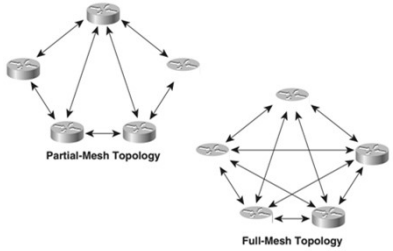


Figure 5-3 *Partial-Mesh Topology (Left) and Full-Mesh Topology (Right)*

ข้อเสียของเครือข่ายแบบ Mesh

1. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และการดูแลรักษาสูง
2. การใช้ประโยชน์ให้เต็มประสิทธิภาพ การแก้ไขปัญหา และการอัพเกรดทำได้ยาก
3. มีข้อจำกัดในการขยายเครือข่ายสำหรับกลุ่มของ router ที่จะต้องส่ง broadcast เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางเครือข่าย

Classic Three-Layer Hierarchical Model

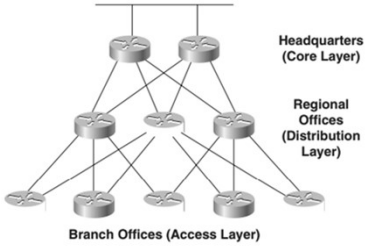


Figure 5-4 *Partial-Mesh Hierarchical Design*

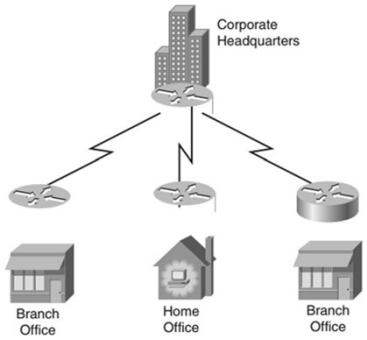


Figure 5-5 *Hub-and-Spoke Hierarchical Topology for a Medium-Sized Business*

Core Layer

- เป็นเลเยอร์ที่ต้องมีสายเชื่อมต่อเครือข่าย backbone ความเร็วสูง
- มีความสำคัญกับระบบเครือข่ายสูงจึงควรออกแบบให้มีการทำ redundant
- ควรออกแบบให้มีความน่าเชื่อถือสูง และสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็ว
- ควรคอนฟิก router ให้มี throughput สูง โดยลดการกรอง packet หรืองานอื่น ๆ ที่ทำให้การทำงานช้าลง
- ควรปรับประสิทธิภาพ (optimize) ให้มีค่าดีเลย์ต่ำ (low latency)
- ควรออกแบบให้สามารถจัดการได้ง่าย

Distribution Layer

- เป็นตัวคั่นระหว่าง Core layer กับ Access layer
- มีหน้าที่หลายอย่าง ได้แก่ การควบคุมการเข้าถึงทรัพยากรเพื่อความปลอดภัยของระบบ ควบคุมการส่งข้อมูลไปยัง Core layer เพื่อประสิทธิภาพของระบบ
- เป็นเลเยอร์ที่มักจะใช้แยก broadcast domains
- ในระบบที่ออกแบบให้มี VLAN เลเยอร์นี้จะถูกคอนฟิกให้ส่งข้อมูลข้าม (route) ระหว่าง VLAN
- จะจัดการให้ Core layer ติดต่อกับแต่ละ site โดยใช้โปรโตคอลต่างกันได้เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน

Access Layer

- เป็นเลเยอร์ที่ทำให้ผู้ใช้ในแต่ละเซกเมนต์เข้าถึงเครือข่ายได้
- สามารถติดตั้ง router, switch, bridge, hub, และ wireless access point ส่วนมากจะติดตั้ง switch

การออกแบบทอพอโลยีเครือข่ายแบบ Redundancy

- ในกรณีที่ต้องการความพร้อมใช้สูง โดยติดตั้งอุปกรณ์มากกว่า 1 ชุด
- การทำ Redundancy จะเป็นวิธีการแก้ไขจุดเสี่ยงที่จะทำให้เครือข่ายล่ม
- วิธีการคือจะติดตั้งอุปกรณ์ที่คิดว่าเมื่อเสียหายแล้วจะเกิดปัญหากับเครือข่ายให้มีมากกว่า 1 ชุด
- อุปกรณ์ที่จะทำ Redundancy ได้แก่ router, switch, link between two switches, channel service unit (CSU), power supply, WAN trunk, Internet connectivity ฯลฯ.
- ประโยชน์ของการทำ Redundancy นอกจากการสำรองอุปกรณ์และลิงค์เชื่อมโยงเพื่อป้องกันความเสียหายแล้ว ยังสามารถทำ load balancing ได้

การออกแบบเครือข่ายแบบโมดูล

- เครือข่ายขนาดใหญ่โดยทั่วไปจะเชื่อมโยงไปยังพื้นที่ห่างไกลกัน เช่น สาขาต่าง ๆ องค์กร คู่ค้า แต่ละพื้นที่อาจมองเป็นแต่ละโมดูลของระบบ
- การออกแบบเครือข่ายในแต่ละโมดูลอาจใช้วิธีออกแบบเชิงระบบ แบบบนลงล่าง แบบลำดับชั้น แบบ Redundancy แล้วแต่ความเหมาะสม
- การออกแบบเครือข่ายแบบโมดูลเป็นการออกแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายทุกโมดูล (พื้นที่) เข้าด้วยกัน

Modular Network Design

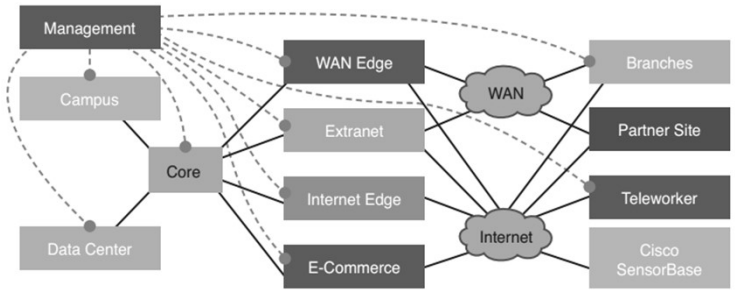


Figure 5-7 *High-Level View of Cisco SAFE Architecture*

การออกแบบทอพอโลยีเครือข่ายองค์กร

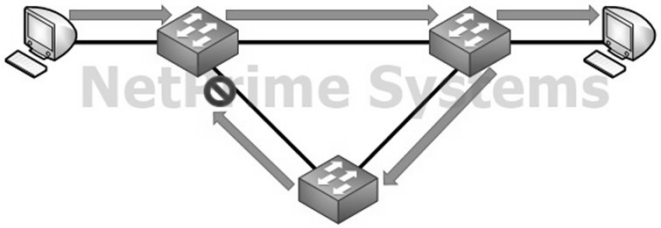
- ควรออกแบบตามเป้าหมายที่กำหนดให้มีความพร้อมใช้ และมีประสิทธิภาพ โดยให้มี bandwidth ที่เหมาะสม, มี broadcast domain ขนาดเล็ก, มีการทำ Redundancy, การทำ mirrored servers, และมีหลายเส้นทางสำหรับ workstation ในการเชื่อมต่อกับ router
- ควรออกแบบแบบลำดับชั้น หรือแบบโมดูล เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดี จัดการ และปรับขนาดได้ง่าย

การออกแบบทอพอโลยีเครือข่ายองค์กร

- Access layer
  - ประกอบด้วย workstation ของผู้ใช้ เชื่อมต่อกับ switch หรือ wireless access point ที่เชื่อมต่อกับ switch ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเพื่อเชื่อมต่อกับ Distribution layer
  - ส่วนนี้จะเป็นการจัดการการเข้าถึงเครือข่าย, การควบคุม broadcast, การกรองโปรโตคอล, และ การทำ QoS
- Distribution layer
  - จะเป็นศูนย์รวมของตู้รวมสายของอาคารที่จะเชื่อมต่อกับ Core layer โดยผ่าน router หรือ layer 3 switch
  - ส่วนนี้จะเป็นการกำหนด routing, QoS, และการควบคุมการเข้าถึง เพื่อความปลอดภัย และประทิธิภาพการทำงาน
  - ควรจะมีการทำ Redundancy และ Load balancing เช่น แต่ละอาคารควรมี 2 เส้นทางสำหรับเชื่อมต่อกับ Core layer
- Core layer
  - ประกอบด้วย data center, network management, และ ส่วนเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก
  - ควรจะมีการทำ Redundancy และการเชื่อมต่อความเร็วสูง เพื่อส่งต่อข้อมูลไปยังส่วนอื่นอย่างรวดเร็ว
  - โดยทั่วไปจะมี router และ layer 3 switch ความเร็วสูง และมีการทำ QoS และระบบความปลอดภัย

Spanning Tree Protocol

ปัญหาการเชื่อมต่อระหว่าง switch ปกติ



การป้องกันปัญหาการเชื่อมต่อระหว่าง switch โดยใช้ STP

Virtual LANs (VLANs)

- เครือข่ายองค์กรควรออกแบบให้มี broadcast domain ขนาดเล็ก
- hub และ switch ไม่สามารถแยก broadcast domain ได้
- การทำ VLAN จะช่วยจัดการปัญหา broadcast domain และจัดกลุ่มการทำงานของ workstation โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องตำแหน่งที่ตั้งในระบบ

การแบ่งเครือข่ายโดยใช้ switch

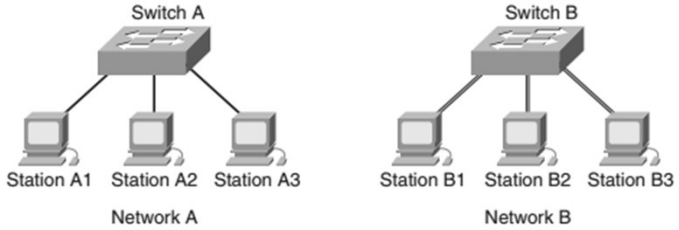


Figure 5-8 *Two Switches with Stations Attached*

การแบ่งเครือข่ายโดยการทำ VLAN

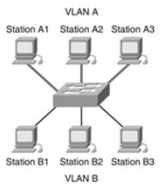


Figure 5-9 *Single Switch with Stations from Network A and Network B Attached*

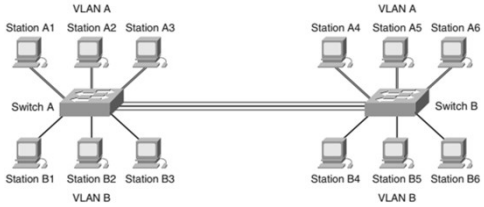


Figure 5-10 *VLAN A and VLAN B Span Two Switches*