ชื่อ-สกุล น.ส.พิชญาพิน มากูล กระดาษแผ่นที่ 1 รหัสนักศึกษา 590 0966

for Staples

Network Overview

- Network diagram : โครงสร้าง NW มีลักษณะเชื่อมต่ออย่างไร => physical : เช่น สถานะการเชื่อมต่อ port/interface / => logical : เชื่อมต่อ NW โดยใช้ IP
- Network Protocol : TCP/UDP , FTP (File Transfer Protocol) รับ-ส่ง file server↔client , ARP (Address Resolution Protocol) map IP-MAC address , SMTP, POP3, IMAP (email) (email), ICMP (Internet Control Message Protocol) ping , DNS (Domain Name Server) : map domain - IP , Telnet (remote desktop command) , SSH (remote command & security)
- Network Address : IP (logical) #3 / MAC (physical) #2 protocol ตาม media / Port (service) #4
- Network Components => HW (devices) => End devices : ต่อจากที่จะเป็นคน □ / 🖵
  - => Intermediary devices : อยู่ระหว่างอุปกรณ์ ex. NW access / Internetworking / Security
  - ⊟ - Hub/Repeater #1 : ส่งพร้อมกันเกิด collision ใช้ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) -> ถ้า collision หยุดส่ง
  - ⊟ - Switch/Bridge #2 : Learning / Flooding / Filtering / Forwarding / Aging
  - ⊗ - Router #3 : Routing
  - => Network media : สื่อกลาง ex. copper / fiber optic / wireless — straight (LAN) / ---- cross / 〜 WAN
  - => SW => switch เลือก port (เลือกทางออก) , router เลือกเส้นทาง
- Types of Networks => Sizes => Small Home NW (เชื่อมต่อภายนอกอย่างเดียว) / => Small Office / Home Office (config ข้างนอกเข้าข้างใน)
  - => Medium to Large NW (ติดต่อภายใน 100-1000 เครื่อง) / => World Wide NW (Internet)
  - => Infrastructures => Local Area NW (LAN) : single admin ดูแล policy , security / => Wide Area NW (WAN)
  - ถ้าระหว่างสาขาดูแล policy เอง -> LAN / ถ้าไม่ -> WAN => Metropolitan Area NW (MAN) / => Wireless LAN (WLAN) / => Storage Area NW (SAN) / => Personal Area NW (PAN)
- Reliable Network => Fault Tolerance : ทนต่อความผิดพลาด / => Scalability : ปรับเปลี่ยนขนาดการใช้งาน โดยไม่ส่งผลกับ user เดิม
  - => Security : จำกัดการเข้าถึงในส่วนต่างๆ / => Quality of Service (QoS) : แต่ละ service ใช้ quality ไม่เท่ากัน

- Layers with TCP/IP and OSI Model

	PDU (Protocol data Units)	OSI (Reference Model)	TCP/IP (Protocol Model)
	Data	7. Application	Application
	Data	6. Presentation	
	Data	5. Session	
Port	Segment	4. Transport	Transport
IP	Packet	3. Network	Internet
ไม่จำกัด	Frame	2. Data Link	Network Access
ต้องมี MAC	Bit	1. Physical	

- Types of Connections in a LAN
  - => UTP - CAT5 : BW 100 Mbps , 100 m
  - => Straight / Cross อุปกรณ์เหมือนกัน cross
  - => WAN connection : เชื่อมระหว่าง router
    - DCE (Female) : +command clock rate
    - DTE (Male)
  - => Console (Rollover Cable) : router (RJ-45) - - - - PC (RJ-45-to-DB-9 Adapter labeled TERMINAL [comport])
    : manage command ต่างๆ

Basic Router Configuration

- Port Address : กำหนดโดย The Internet Assigned Numbers Authority (IANA)
  - => 0-1023 : well known ports (destination port) (requesting entities) / => 1024-49151 : registered port number / => 49152-65535 : dynamic/private (source port) (randomly generate)
  - ex. 20 : FTP (data) , 21 : FTP (control) , 25 : SMTP (simple mail transfer protocol) , 53 : DNS , 80 : HTTP , 443 : HTTPS , 81 : HOSTS2 Name Server
- Logical Address : IP Address (IPv4)
  - => 5 classes : A , B , C , D (multicast) , E (reserve) ปัจจุบันใช้ classless แยกตามจำนวน max. number of workstations required
  - => แต่ละ NW ต้องมี unique logical name (domain name) / => แต่ละ node/computer ต้องมี unique host part of IP (public IP ที่ unique ไม่มีใครใช้ซ้ำ in time)
  - => class A : 0 [NW | Host | Host | Host] 0-127
  - class B : 10 [NW | NW | Host | Host] 128-191
  - class C : 110 [NW | NW | NW | Host] 192-223
  - class D : 1110 224-239 (multicast)
  - class E : 1111 240-255 (experimental)
  - Standard TTL 1 Byte => 255 ผ่าน router -1
  - => NW ID : ตัวแทน NW นั้น
    - 192.168.1.1 /24 (prefix length)
    - ทุกเครื่องใน NW ได้รับ 255.255.255.0 subnet mask
    - 192.168.1.255 broadcast IP
    - 255.255.255.255 broadcast NW
  - IPv4 : 2^{32} IPv6 : 2^{128}
  - => private addressing : reuse ได้ , unique ในวงเดียวกัน

Class	RFC 1918 Internal Address Range	CIDR Prefix
A	10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0 /8
B	172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0 /16

- Physical Addresses : MAC Address
  - => Ethernet : 48-bit binary -> 12 hexadecimal digits
  - => ดูแลโดย IEEE : กำหนด 3-byte (24-bit) code -> "Organizationally Unique Identifier (OUI)"
    : กฎ 2 ข้อ -> ทุก MAC ที่กำหนดให้ NIC / Ethernet device อื่นๆ ต้องใช้ OUI 3-byte แรก -> ทุก MAC ที่ same OUI ต้องกำหนด unique last 3 bytes
  - => Message Delivery -> Unicast : ส่งเครื่องปลายทางใน NW เดียวกันโดยตรง / -> Broadcast : ส่งหาทุกเครื่องใน NW เดียวกัน (FF-FF-FF-FF-FF-FF)
    - -> Multicast : ส่งหลายเครื่อง เครื่องที่เปิด service ถึงจะได้รับ ขึ้นต้นด้วย 01-00-5E
- Cisco IOS (Internetwork Operating System) CLI-based / text-based
  - => function -> Addressing / -> Interface / -> Routing / -> Managing Resource / -> Security / -> QoS
  - => Router & Switch Boot Sequence
    - ROM - POST (Power ON Self Test)
    - - RUN boot loader SW
    - ROM - Boot loader does low-level CPU initialization (mini IOS ~ bios)
    - Flash / TFTP Server " ——— " initializes the flash filesystem
    - NVRAM/TFTP/Console ——— " locate & loads a default IOS ลงในหน่วย RAM

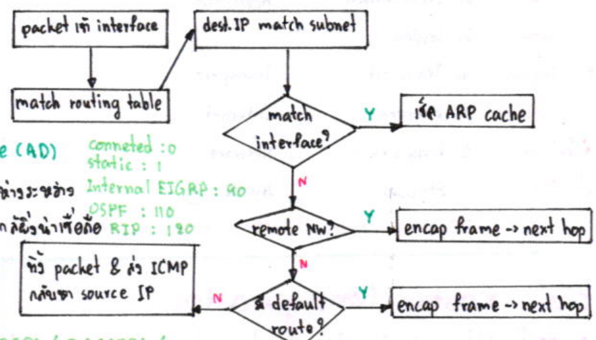
for Staples

- Accessing a Cisco IOS Device
  - => Console port : เมื่อเริ่มใช้ -> Terminal Emulation Programs (PuTTY , Tera Term , SecureCRT , HyperTerminal , OS X Terminal)
  - => Telnet
  - => Secure Shell (SSH)
  - => Aux Port

- Navigating the IOS => Primary Modes : User (>) / Privileged (#) -> global config "(config) #" / -> other config "(config-mode)"
- The Command Structure => Context Sensitive Help (?) / => Command Syntax Check
  => Hot Keys and Shortcuts / => IOS Examination Commands (Show ..)
- Getting Basic => Router > enable => Router # configure terminal
  1. Hostnames : router(config) # hostname name
  2. Limiting Access to Device Configuration
     - Banner Messages : router(config) # banner motd # messages #
     - Security Device Access : enable password / secret ?
       : console password / VTY password (remote access)
       line console 0 / line vty 0 15 -> password -> login
       : Encrypting Password Display service password-encryption (ยกเลิกไม่ได้!)
  3. Addressing Devices : -> เลือก interface
     - Physical / Loopback Interface : interface type port / type slot/port / type slot/subslot/port
     - Switch virtual interfaces (SVIs) : interface vlan number
     -> set IP : ip address ip-address subnet_mask -> no shutdown
  4. Verifying Connectivity : เช็คการเชื่อมต่อ
     -> Router # show running-config (config ?) / show startup-config (save ?) / show ip route (routing table) / show interface / show ip interface / show ip interface brief (สรุป) / traceroute (ไม่ถึงเป็นอะไรไป)
     -> PC > ping reply / timeout (ส่งไม่ถึง/ไม่ตอบกลับ) / unreachable (connect ไม่ได้) / tradcere / route print / nslookup
     ping: !!!! (reply) .... (timeout) UUUU (unreachable)
  5. Saving Configurations : Router # copy running-config startup-config

Static Routing & Dynamic Routing Protocol

- Functions of a Router => Characteristics of a Network : Topology / Speed / Cost / Security / Availability / Scalability / Reliability
  => Router Choose Best Path -> static routes (มีการที่ set) -> dynamic routing (เปลี่ยนเส้นทางได้เอง)
  Packet Forwarding Methods => Process switching : process ที่ CPU / => Fast switching : มีตัวช่วยให้เร็วขึ้น / => Cisco Express Forwarding (CEF) : เร็วที่สุด (packet-forwarding mechanism)
- Connect Devices
  => Default Gateways : first (.1) / last (.254) usable host เป็นทางออกเชื่อมไปยัง NW อื่น
  => Document Network Addressing : Device names, Interfaces, IP addresses and subnet mask, Default gateways
  => Enable IP on a Host -> Statically Assigned IP Address (manual) -> Dynamically Assigned IP Address (Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP))
- Switching Packets between Networks : frame -> router decap -> package -> routing with routing table -> encap ->
- Path Determination
  => Best Path : lowest metric (cost)
     - Dynamic Routing Protocols
       T1 = 1.544 Mbps · Routing Information Protocol (RIP) : Hop count
       · Open Shortest Path First (OSPF) : BW มากสุด
       · Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) : BW, delay, load, reliability
  => Load Balancing
     : มี > 1 เส้นทาง ใช้แต่ละเส้นทางเท่าๆกัน
  => Administrative Distance (AD)
     "trustworthiness" : ความน่าเชื่อถือระหว่าง admin กับ protocol ยิ่งน้อยยิ่งน่าเชื่อถือ
     connected : 0
     static : 1
     Internal EIGRP : 90
     OSPF : 110
     RIP : 120



- The Routing Table

D 10.1.1.0/24 [90/2170112] via 209.165.200.226, 00:00:05, Serial0/0/0

  - ได้มาจาก ? : C (Directly connect) / D (EIGRP) / B (BGP) / S (Static) / R (RIP) / O (OSPF) / ..
  - dest. NW ที่รู้จัก - AD - cost matric - Next hop IP address - elapsed time (มีอะไรมานาน 1 อัน) - outgoing (exit) interface
- Routing
  => Static routes : manual ข้อดี : security, ใช้ resource น้อยในการ process, ลด routing entry (group) ข้อเสีย : ลำบากในการ scalability, ไม่สามารถเปลี่ยนเส้นทางได้ เหมาะกับ NW เล็กๆ, จำนวน router น้อย, มีทางออกทางเดียว (stub NW) / -> Standard : route 1 NW 1 command Default : ทางออก 1 ทาง และไม่ match
  Summary : ไปทางเดียวกัน Floating (backup) private link + static link / Router(config) # ip route dest_IP subnet_mask { IP-nexthop | exit-intf }
  default static route ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 " ————— "
  => Dynamic Routing Protocol : automatically learned
     - Exterior Routing Protocols (EGP) - BGP
     - Interior Gateway Routing Protocols (IGP) - RIP / OSPF / EIGRP / IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System) / OSVF
       DV (Distance Vector) / Link State
- Classful Addressing : update ตาม class
- Classless Inter-Domain Routing (CIDR) : ไม่สน class
  => CIDR and Route Summarization : เชื่อมไว - อยู่ติดกัน, ไปทางเดียวกัน -> แปลง IP เป็นฐาน 2 แล้วรวม bit ที่เหมือนกัน set ใหม่ ต้อง no ip route อันเก่าก่อน
- VLSM (Variable Length Subnet Mask)
  => Fixed Length Subnet Masking : เพิ่ม n bit แบ่ง 2^n ส่วน

ชื่อ-สกุล น.ส.พิชญาณิน มากูล กระดาษแผ่นที่ 2 รหัสนักศึกษา 59080966

for Staples

Distance Vector Routing Protocols RIP version 1

• Dynamic Routing Protocols

Function(s) :

- Dynamically share information between routers.
- Automatically update routing table when topology changes.
- Determine best path to a destination.

Purpose :

- Discover remote networks.
- Maintaining up-to-date routing information
- Choosing the best path to destination networks
- Ability to find a new best path if the current path is no longer available

Components :

- Algorithm : แลกเปลี่ยนกัน, ติดต่อกับ routing information
- Routing protocol message : routing information

	Dynamic routing	Static routing
Configuration Complexity	Generally independent of the network size	Increase with network size
Required administrator knowledge	Advanced knowledge required	No extra knowledge required (admin เพิ่มเติมกำหนดเอง)
Topology changes	Automatically adapt to topology changes	Administrator intervention required
Scaling	Suitable for simple and complex topologies	Suitable for simple topologies
Security	Less secure	More secure
Resource usage	Uses CPU, memory, link bandwidth	No extra resource needed
Predictability	Route depends on the current topology	Route to destination is always the same

• Classifying

Autonomous System : single authority

- Dynamic Routing Protocols
  - Interior Gateway Protocols (IGP)
    - Distance Vector Protocols
      - RIP — RIPv2
      - IGRP — EIGRP
    - Link-State Protocols
      - OSPF
      - IS-IS
  - Exterior Gateway Protocols (EGP)
    - BGP

Interior Gateway Protocols (IGP)

- Distance Vector
  - distance & direction · incomplete view of network topology
  - periodic updates.
- Link state
  - complete view of network topology is created · not periodic

Convergence : ความเร็วในการ update routing table เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ให้ทุกตัวมีความสอดคล้อง (consistency)

for Staples

• Distance Vector Routing Protocols

- Distance to final destination - Vector, or direction, traffic should be directed

Characteristics : - Periodic update (ตามรอบ update) - Neighbors (router ที่ติดกัน)

- Boardcast updates (255.255.255.255) - Entire routing table → routing update

Criteria used to compare routing protocols : - Time to convergence

- Scalability - Resource usage - Implementation & maintenance

Network Discovery · Cold Starts : Router Initial Start Up

- Initial Exchange of Routing Information · Exchange of Routing Information
- Slow Convergence

Routing Table Maintenance

- Periodic Update : RIP Update timer (default 30)
  - Invalid timer (180) : ยังไม่ได้รับ routing information ใหม่
  - Holddown timer (180)
  - Flush timer (240) : ลบ router ที่ down เกินกำหนด
- Bounded Update : EIGRP (เปลี่ยนแปลงตรงไหนส่ง update ตรงนั้น)
- Triggered Update (update โดยไม่รอ periodic update)
- Random Jitter (ให้ router multiple access)

Routing Loops : เกิดการส่งวนเป็น loop เมื่อ interface ใด down แล้ว neighbor ส่ง update ออกไป (เชื่อ information ที่ update มา) → hop count เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (count to infinity)

↳ แก้ปัญหา - Set Maximum hop count = 15 (16 = unreachable) - Holddown timers : รอสถานะ down ไม่ update - Split Horizon Rule : ไม่ส่ง information ไปที่ interface ที่ได้รับมา

- Route Poisoing : set unreachable แล้วส่ง update ออกไป - Split + Poison : เกิด unreachable ทำการ over rule split horizon ส่ง network ที่ down - IP & TTL : packet วน loop และจะหายเมื่อ TTL = 0

	RIPv1	RIPv2	IGRP	EIGRP
Speed of Convergence	slow	slow	slow	fast
Scalability - size of nw	small	small	small	large
Use of VLSM	×	✓	×	✓
Resource usage	low	low	low	medium
Implementation & maintenance	simple	simple	simple	complex

• RIP version 1 : classful, metric = hop count, max = 15, boardcast update 30 seconds, AD = 120

2 message types : ① Request :-startup enable interface - enable neighbors to send routing table ② Response : ส่ง routing information

Basic RIPv1 Configuration : ① basic config ② (config) # router rip (config-router) # network กพ ip (ต้องการให้ RIP learn network ใดรอบตัวบ้าง)

show ip protocols (ดู protocols ที่ใช้) # debug ip rip (ดูการ update network send / receive)

(config-router) # passive-interface interface-type interface-number (เลือก interface ที่ไม่ต้องการให้ update)

Automatic Summarization : classful Boundary Routers : network เดียวกัน (RIPv1 - classful)

- 2 rules (Processing RIP Updates) → interface same network : update ตาม subnet mask
  → interface different network : update classful
- ข้อดี : reduce size routing update, fast lookup routing table (single routes represent multiple routes)

ข้อเสีย : not support VLSM, discontiguous network (boundary เดียวกันแต่ไม่ติดกัน) อาจทำให้เกิด load balance

for Staples

Default Route and RIPv1 : (config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interface?

(config-router) # default-information originate : เชื่อม default route สร้าง RIP เพื่อ update (static ↔ dynamic)

↳ router ที่เชื่อม static ↔ dynamic

RIP version 2   Access Control Lists

- **RIPv2** : classless (update subnet mask) (CIDR - RFC1517), update next hop address, update multicast, authentication, รองรับ discontiguous จากกรณี support VLSM, support route summarization
- **Similarities between RIPv1 & RIPv2** : ใช้ timer ป้องกัน routing loops, use split horizon or split horizon with poison reverse use triggered updates, Maximum hop count = 15
- **RIPv1 Limitations** : Loopback interfaces (virtual interface ที่สร้างจาก เพิ่มใน routing table เพื่อ update ได้) -> ping virtual interface -> reply
  : Null Interfaces (virtual interface) -> black hold คือจับการเข้าไปในทางที่กำหนด -> drop ทิ้ง -> null (discard)
  : Static routes and null interface -> null interface ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นทางออก static route # (config) ip route summary-route subnet-mask Null0
  : Route redistribution (อยากให้รู้จัก static ที่เพิ่มเข้าไปใหม่ -> update RIP) # (config-router) redistribute static
- **RIPv2** : · Enabling and Verifying RIPv2, Configuring RIP -> RIPv1 (รับ v1, v2 / ส่ง v1) -> RIPv2 (รับ v2 / ส่ง v2)
  · Configuring RIPv2 # (config-router) version 2   · Auto-Summary & RIPv2 : smaller than classful (subnet mask)
  · Disabling Auto-Summary (ถ้าเป็น discontiguous) # (config-router) no auto-summary
  · VLSM & CIDR -> VLSM : classless (disseminate network address & subnet mask)
  -> CIDR : uses supernetting (bunch of contiguous classful network that is addressed as a single network)
- **Authentication** : RIPv2, EIGRP, OSPF, IS-IS, BGP

- **Access Control Lists** (ACL) : ควบคุมการเข้าถึง -> sequence -> conversation

Packet Filtering : Layer 2 ดู dest / source

Operation : ทำงานเป็น sequence statement มี implicit deny อยู่ state สุดท้าย ให้กรณีไม่ match กับ state ใดเลย -> discard

Standard ACLs	Extended ACLs
- check source address	- check source and destination address
- generally permits or denies entire protocols suite	- generally permits or denies specific protocols
- numbered ACL : 1-99 & 1300-1999	- numbered ACL : 100-199 & 2000-2699

Wildcard Mask : inverse subnet mask -> "0" : match / fix -> "1" : ignore (อะไรก็ได้)
: set of ip - bit ที่เหมือนกัน => 0 ที่เหลือ => 1 อย่างต่อเรียงแบบ pattern
: wildcard ของ subnet = 255.255.255.255 - subnet mask
: keyword -> 0.0.0.0 = host, 255.255.255.255 = any

ACL creation : Three Ps -> One ACL per protocol : control traffic flow on interface
-> One ACL per direction : inbound / outbound
-> One ACL per interface

Place ACLs : Extended ACLs : close to the source / Standard ACLs : close to the destination

Configure Standard IPV4 ACLs

(config) # access-list access-list-number deny|permit|remark source [source-wildcard] [log]

Securing VTY ports (config-line) # access-class access-list-number {in [vrf-also] | out}

Configure Extended IPV4 ACLs

(config) # access-list access-list-number {deny|permit|remark} protocol source [source-wildcard] [operator operand] [port port-number or name] destination [destination-wildcard] [operator operand] [port port-number or name] [established]

Applying to Interfaces

(config-if) # ip access-group {access-list-number | access-list-name} {in | out}

remove ACL (config) # no ip access-group / (config) # no access-list

show access-lists

ชื่อ-สกุล น.ส.พิชญาณิน มากูล กระดาษแผ่นที่ 3 รหัสนักศึกษา 59010966

for Staples

OSPF & DHCP

- **Link-State Routing Protocol** : complete map of the network topology -> select best path (Dijkstra's) -> SPF
  L> เหมาะกับ : hierachical (large network), Fast convergence, administrators have good knowledge
  Link-State Updates : ① learns each own directly connected ② "saying hello" neighbors
  ③ build Link-State Packets (LSP) จาก ① ④ flood LSP to all neighbors -> เก็บ db
  ⑤ เอา LSP ของ neighbor มาเก็บใน DB (เป็น tree) สร้าง complete map -> หา best path + OSPF Route -> Routing Table
  ข้อดี ① own topology map determine shortest path ② fast convergence ③ LSP update เฉพาะข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง -> update shortest path
  ④ Hierarchical design (large network) -> multiple area -> แลกเปลี่ยนข้อมูลแค่ใน area
  ข้อเสีย ① additional memory ② additional CPU processing ③ Bandwidth
  Minimize Router Resource Usage : มี area 0 เป็น black bone ต้องผ่าน area 0 เท่านั้น, แลก LSP แค่ใน are, ระหว่าง area มี border ตัวเดียว

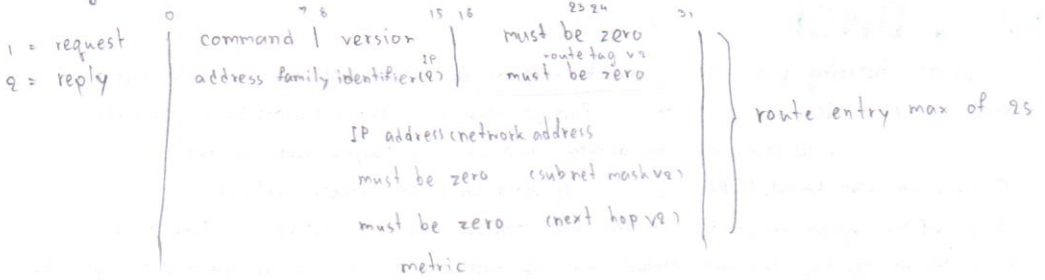
- **OSPF** AD = 110
  Data Structures -> Neighbor Table # show ip ospf neighbor
  -> Topology Table (ทั้ง map) # show ip ospf database
  -> Routing Table (shortest path) # show ip route
  Messages -> Encapsulating : MAC dest. = multicast : 01-00-5E-00-00-05 or 01-00-5E-00-00-06, Protocol Field = 89
  -> Types of OSPF Packets
  1 : Hello -> every 10 sec (default on multiaccess & point-to-point NW)
  -> every 30 sec (default non-broadcast multiaccess [NBMA] NW) -> Cisco : 4 times Hello interval
  2 : Database Description (DBD) -> synchronization between routers
  3 : Link-State Request (LSR) -> request Link-State
  4 : Link-State Update (LSU) -> send update Link-State
  5 : Link-State Acknowledgment -> send Ack
  Operation : สร้างการเชื่อมต่อ Down State -> Init State (ส่ง hello) -> Two-Way State (ตอบกลับ)
  -> ExStart State -> Exchange State -> Loading State -> Full State
  Configuring Single-Area OSPF v2 (config) # router ospf process-id (1-65535, locally significant)
  (config-router) # router-id 1.1.1.1 | ใช้ loopback | ถ้าไม่กำหนด -> active interface ip สูงสุด (ควรกำหนด)
  (config-router) # network network-address wildcard-mask area area-id
  OSPF Cost Cost = 10^8 (reference bandwidth) / interface bandwidth in bps
  L> 10 Gigabit Ethernet (10 Gbps) ~ 1 Gigabit Ethernet (1 Gbps) ~ 1
  Fast Ethernet (100 Mbps) ~ 1 Ethernet (10 Mbps) ~ 10
  Serial (1.544 Mbps) ~ 64 Serial (128 kbps) ~ 781
  Serial (64 kbps) ~ 1562
  # show ip ospf interface brief
  # show ip ospf
  # show ip ospf neighbor
  (config-router) # redistribute ? (เพื่อรู้จักตัวอื่น)
  # auto-cost reference-bandwidth band width_mbps
  Adjusting the Interface Bandwidths (config-if) # bandwidth bandwidth_kbps
  Manually Setting OSPF Cost (config-if) # ip ospf cost cost

- **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)** : automatic IP to clients (subnet, default gateway, DNS server)
  methods - Manual allocation : assign เอง
  - Automatic allocation : pool, No lease
  - Dynamic Allocation : lease, limit period of time
  # show running-config | section dhcp
  # show ip dhcp binding
  # show ip dhcp server statistics
  Configuring a DHCPv4 Server
  (config) # ip dhcp excluded-address ip-address
  # ip dhcp pool name
  (dhcp-config) # network network-address subnet-mask
  # default-router ip-address-default-router
  # dns-server ? } แล้วแต่การใช้งาน (ไม่จำเป็น)
  # domain-name ? }
  ข้าม router (config-if) # ip helper-address ?
  router รับ dhcp # ip address dhcp
  Debuggin DHCPv4
  # debug ip packet ?
  # debug ip dhcp server events
  # no service dhcp

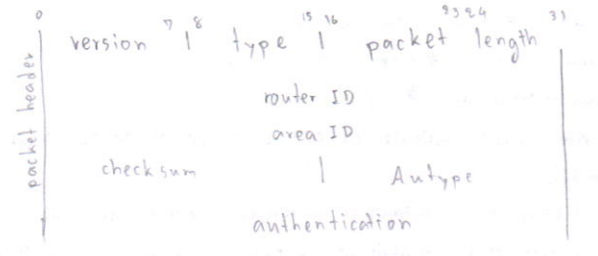
for Staples

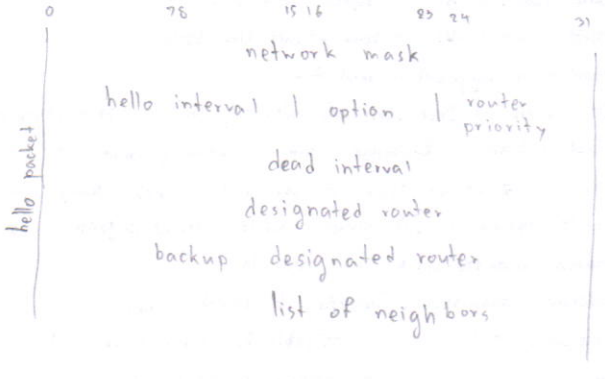
for Staples

RIPv1 : message format



OSPF : message format





ชื่อ-สกุล น.ส.พิศญาณัฒ มากุล กระดาษแผ่นที่ 4 รหัสนักศึกษา 98 0966

for Staples

Basic Switch Address Resolution Protocol

LAN Design : Borderless switched network design -> Hierarchical, Modularity, Resiliency, Flexibility
- Three-Tier LAN Design : Core, Distribution, Access - Two-Tier LAN Design : Collapsed Core/Distribution, Access

↳ Core Layer Switch Features : ติดต่อข้างนอก, very high forwarding rate, รองรับ switch สูง
↳ Distribution Layer Switch Features : ประสาน core ↔ access, high forwarding rate, security policies/ACL
↳ Access Layer Switch Features : ติด end device, port security, VLANs, Fa/Gig Ethernet, Power over Ethernet (PoE) : ไม่ต้องมี power line ก็ได้

} Layer 3 support, redundant components, Gig/10 Gig Ethernet } Link aggregation (ทำให้ BW เพิ่ม), Quality of Service (QoS)

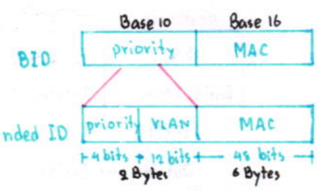
- Maximum available LAN BW & Perfomance
  - Function & Placement Server -> Enterprise Servers : ใช้โดยรวมทั้งองค์กร : MDF (Main Distribution Facility) -> ทางผ่านไปข้างนอก
    -> Workgroup Servers : ใช้เฉพาะกลุ่ม : IDF (Intermediate Distribution Facility) -> เชื่อม core & access
  - Collision detection issues : ปัญหาการตรวจจับการชน • Segmentation issues : การแบ่งส่วน • Broadcast domain issues : ควรมีขนาดเล็ก

  VCC : Vertical cross-connect : optical fiber, MDF ↔ IDF HCC : Horizontal cross-connect : UTP, Distribution ↔ Access
- Segmentation : process of split a single collision domain -> smaller collision domain : ลดจำนวน collision บน LAN segment -> device layer 2 ex. bridge
- Broadcast Domain : รับ broadcast data frame จาก device ทุกตัว มี router layer 3 -> reduce size collision domain & broadcast domain

Switch Environment
- Switch Operation ① Learing : Receive Frame -> MAC Address (source) ติดต่อกับ port ไหน -> MAC Address Table (source/CAM) -> refresh Aging
  ② Aging : อายุใน MAC Table ถ้าหมด -> ทิ้ง ③ Flooding : ส่ง Frame ออกทุก port เมื่อ -> broadcast | multicast | unknown unicast
  ④ Filtering : ถ้า dest ของ Frame อยู่ port เดียวกับ source -> ไม่ให้ผ่าน ⑤ Forwarding : ส่งไป port (dest) ที่อยู่ใน Table
- Switch Forwarding Methods (Frame Forwarding) • Store & Forward : check error (FCS), auto buffering, slow fowarding
  - Cut-Through Switching : check บางส่วน, 10 ms, no FCS check, no auto buffering, fast-forward ~ 12 bytes | fragment-free < 64 bytes -> ชน -> หยุดส่ง
- Switching Domains • Collision domains : เกิดการชนเมื่อส่งข้อมูลพร้อมกัน -> switch เป็นตัวแบ่ง
  - Broadcast domains : เมื่อส่ง broadcast แล้ว domain เดียวกันจะได้รับ -> router เป็นตัวแบ่ง
- Basic Switch Concept & Configuration
  - Basic Switch Configuration - Switch Boot Sequence : find IOS image -> command in NVRAM
    - Preparing for Basic Switch Management : ไม่มี loopback, กำหนด IP ให้ interface ไม่ได้ -> SVI (Switch Virtual Interface) -> config in VLAN
    - Configure Switch Ports -> Duplex communication : Half/Full (switch ใกล้กันต้องเหมือนกัน) (config-if)# duplex full -> (config-if)# speed speed
      -> Auto-MDIX : ปกติจะเป็น cross แต่ต้องการเปลี่ยนสาย (config-if)# duplex auto -> (config-if)# speed auto -> (config-if)# mdix auto
  - Security Remote Access - SSH (Secure Shell) Operation : encrypted pass -> TCP port 22 | Telnet : TCP port 23
    (config)# ip domain-name name (เปลี่ยน hostname) -> (config)# crypto key generate rsa -> (config)# username admin password pw -> (config)# line vty 0 15
    (config-line)# transport input ssh -> (config-line)# login local Verify # show ip ssh | # show ssh
  - Switch Port Security : กำหนด policies ให้ MAC Address เข้า/ออก Verify # show port-security interface interface | # show port-security address
    (config-if)# switchport mode access -> (config-if)# switchport port-security -> เลือก 1 ประเภท
    - Static (config-if)# switchport port-security mac-address MAC-ADD
    - Dynamic (config-if)# switchport port-security mac-address sticky
    - Maximum (config-if)# switchport port-security maximum MAX
    - violation (config-if)# switchport port-security violation {protect | restrict : send syslog msg, increases violation counter | shutdown : default, increase violation counter, shutdown port}
- Address Resolution Protocol (ARP) : Mapping IP to MAC Address -> ARP cache เก็บ -> map ไป dest (ไปข้างนอกต้องรู้ MAC)

LAN redundancy & Spanning Tree Protocol

- Issue with Layer 2 Redundancy • Broadcast Storm : packet ไม่มีวันหมด -> ไม่ผ่าน router (TTL ไม่ลด)
  - MAC Database Instability : MAC Address Table ไม่เสถียร เปลี่ยนไปเปลี่ยนมา • Multiple Frame Transmissions : ได้รับหลาย Frame (Flooding)
- Spanning Tree Protocol (STP) 1 Root Bridge/Network / 1 Root Port/Non-Root Bridge / 1 Designated Port/Segment
  - STP Operation - Root Bridge : เริ่มต้นทุกตัวเป็น RB แลก BPDU (Bridge Protocol Data Unit) - 802.1D -> Root War
    เมื่อรู้จักครบทุกตัวแล้ว -> พิจารณา Bridge ID (BID) -> priority สูงสุด (เลขน้อย) -> MAC -> Path Cost -> BID Sender -> BID Port
    - Path Cost : cumulative (เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ) ดูเส้นทางจาก RB ไป Non-RB แต่ละตัว (ผ่าน switch cost เพิ่ม)
    - Extended System ID : set BID ตาม VLAN



  - Spanning Tree Configuration (2960) Verify # show spanning-tree
    - Set root (config)# spanning-tree VLAN 1 root {primary | secondary}
    - Set priority (config)# spanning-tree VLAN 1 priority 24576
    - Port Fast and BPDU Guard (config-if)# spanning-tree port fast (config-if)# spanning-tree bpduguard enable (ไม่ส่ง BPDU)
- PVST+ : พัฒนามาจาก IEEE 802.1D -> load balance : แยก root/VLAN -> set root primary/secondary | priority
  Verify # show spanning-tree active
- Rapid PVST+ : หา alternate port (block : รับส่งได้บางส่วน) • (config)# spanning-tree mode rapid-pvst
  - Edge Ports : port เชื่อม host ↔ switch - (config-if)# spanning-tree portfast
  - Links Types : port เชื่อม switch ↔ switch -> point-to-point - (config-if)# spanning-tree link-type point-to-point
    # clear spanning-tree detected-protocols

VLANs & Inter VLAN

VLAN (Virtual LAN) : logical partition of layer 2 (switch) network (คนละ network แต่ broadcast domain & VLAN เดียวกัน ติดต่อกันได้)

↳ ข้อดี : security policy, smaller broadcast domain, better performance

↳ 2960, 3560 series switch support > 4000 VLANs [VLAN 1 : default / native -> cannot renamed / deleted]

- Normal Range : 1-1005, configuration stored in vlan.dat (flash), VTP can learn and store, ไม่ต้องตั้งใหม่
- Extended Range : 1006-4096, configuration stored in running-config (NVRAM), VTP not learn

Port-base VLAN : interface ใดเป็น membership (ใน running-config) #show vlan brief

VLANs in a Multi-Switched Environment

- VLANs Trunk : config ที่ interface between switch, > 1 VLAN, tag before trunk link -> untag before non-trunk port

Frame -> IEEE 802.1q (tagging)

Dest MAC	Src MAC	Tag	Type/Length	Data	FCS

-> คิด CRC ใหม่

Broadcast domain : VLAN limit broadcast frames (control), VLAN / broadcast domain

Native VLAN : default VLAN 1, no tag in trunk, ให้ VLAN จะ set ทิ้ง vlan เดียวกันควรตั้งเหมือนกัน

Create VLAN : (config)# vlan vlan-id -> (config-vlan)# name vlan_name | #vlan database -> (vlan)# vlan vlan.id name vlan.name

Assigned port to VLAN : (config-if)# switchport mode access -> (config-if)# switchport access vlan vlan-id | switchport mode trunk | switchport trunk native vlan vlanid | switch port trunk allowed vlan vlan-list | no switchport access vlan | no vlan

Verify : # show vlan name vlan_name | # show vlan vlan-id | # show vlan summary | # show vlan | # show interfaces interface switchport

Inter-VLAN : subinterfaces -> router -> trunk (config-subif)# encapsulation dot1q vlan.id -> ip address no shutdown ที่ interface

VTP & NAT

VTP (VLAN Trunking Protocol) : layer 2 trunk -> manage VLAN (addition (create), deletion, renaming (modify) VLAN) single domain (จัดการใน domain)

↳ Cisco ISL / IEEE 802.1Q ผ่าน trunk-links

VTP Operation : Cisco ISL, IEEE 802.1Q, IEEE 802.10, ATM LANE trunk • three mode : server, client, transparent

↳ revision number 32-bit : 0-4294967295 -> recycles back to 0 (1 cmd 1 revision)

↳ client cannot create, modify or delete -> transparent mode forward (เพียงแค่ส่งต่อ)

VTP Configuration Case sensitive! (ver 2 support Token Ring VLANs) # vtp mode [client, server, transparent]

- Global : (config)# vtp version 2 -> #vtp domain domain (1-32 characters) -> #vtp password password (8-64 characters longs)
- VLAN : (vlan)# vtp v2-mode -> #vtp domain domain -> #vtp password password -> # vtp [client | server | transparent]

Verify : #show vtp status | #show vtp counters

VTP Pruning : manage traffic ใน interface ต่อไป -> remove ข้อมูลที่ไม่ได้ใช้

(vlan)# vtp pruning   (config-if)# switchport trunk pruning vlan remove vlan_id

NAT (Network Address Translation) : Translation private IP <-> public IP (real IP) [Router]

Types of NAT

- Static NAT : ต้องมี real IP ที่จะ map เท่ากับ IP ที่จะ assign -> one-to-one mapping -> เหมาะจะใช้ตัวที่จะอ้างถึงตัวไหน (access ได้ตรงๆ)

  (config)# ip nat inside source static local-ip global-ip
- Dynamic NAT : สร้าง pool ของ public IP -> สร้าง ACL ของ private IP -> first-come, first-served ถ้าเต็มต้องรอว่าง (ขึ้นอยู่กับ router) ถึงจะ many-to-one (config)# ip nat pool name start-ip end-ip {netmask netmask | prefix-length prefix-length}

  (config)# access-list access-list-number permit source [source-wildcard]

  (config)# ip nat inside source list access-list-number pool name
- Port Address Translation NAT (PAT) : one-to-many, multiple private -> single public, network to port : ส่ง port ด้วย ทำให้ network ออกได้พร้อมๆ กัน, NAT overload

  ① สร้าง pool และ ACL เหมือน dynamic -> (config)# ip nat inside source list access-list-number pool name overload

  ② ไม่สร้าง pool สร้าง ACL -> (config)# ip nat inside source list access-list-number interface type number overload

Assign to interface : (config-if)# ip nat inside | outside

Verify: #show ip nat translations | #clear ip nat statistics #show ip nat statistics

SA (ต้นทางจริง)	DA (ปลายทางจริง)	→	SA	DA
Insid Local	Outside Local	→	Inside Global	Outside Global

Inside -> Outside : แปลง SA
Outside -> Inside : แปลง DA
} map table

Feature	Server	Client	Transparent
Source VTP Message	✓	✓	×
Listen to VTP Message	✓	✓	×
Create VLANs	✓	×	✓*
Remember VLANs	✓	×	✓*

(NVRAM)

* เฉพาะตัวเอง ไม่เกี่ยวกับ domain

EIGRP IPv6 & Routing

EIGRP (Enhanced IGRP) : Cisco proprietary แต่ปัจจุบันเป็น standard (1992) -> large, multiprotocol network

EIGRP Feature

- Diffusing Update Algorithm (DUAL) : guarantees loop-free and backup paths (very fast convergence มี link down ใช้ backup path)
- Establishing Neighbor Adjacencies : track the status of these neighbors
- Reliable Transport Protocol : use by DUAL
- Partial and Bounded updates : อัพเดตเฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงและจำกัดขอบเขต (minimizing BW)
- Equal and Unequal Cost Load Balancing : cost ไม่เท่ากันก็ทำ load balance ได้

EIGRP uses protocol-dependent modules (PDMs) support different protocols -> table/protocol -> neighbor / topology / routing table
Hello, ACK คล้าย OSPF , support authentication

EIGRP Packet Types

- Hello : ไม่ต้องรอตอบ ACK BW > 1.544 Mb/s -> T1, Ethernet -> Hello Interval 5 secs -> Hold Time 15 secs (unreliably)
- Update : information
- Query : multicast
- Reply : unicast

} ตอบต้องเชื่อมั่น } -> ACK : dataless (reliable)

EIGRP Messages

- Multicast dest - MAC : 01-00-5E-00-00-0A - IPv4 : 224.0.0.10 - IPv6 : FF02::A
- protocol : 88 • TLV (Type/Length/Value) Types : 0x0001

Autonomous System (AS) : collection of networks under the control of a single authority (RFC 1930)
AS number : exchange routes between AS -> manage by IANA assigned by RIRs to ISPs : 16-bit (0-65535) -> 2007 (32-bit)

Configuration

router eigrp AS-# -> process ID(คล้าย ospf : local significant) -> routing domain -> #eigrp router-id router-id
network network-number (wildcard-mask) -> # passive-interface type number (default) -> ไม่ให้ส่ง update ที่ int ?
no auto-summary Verify # show ip eigrp neighbors # show ip protocols

EIGRP Metrics

cost น้อย -> ดี : delay น้อย BW เยอะ

- BW : lowest BW
- Delay : cumulative

} default

- Reliability : worst reliability
- Load : worst load on a link

Default Composite Formula : metric = [K1 × BW + K3 × delay] × 256
Complete Composite Formula : metric = [K1 × BW + (K2 × BW)/(256 - load) + K3 × delay] × [K5 / (reliability + K4)]

Default Value K1(BW) = 1 , K2(load) = 0 , K3(delay) = 1 , K4(reliability) = 0 , K5(reliability) = 0
metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5 (config-if) # bandwidth kilobits-bandwidth-value # show interfaces
Delay (DLY) : Gigabit Ethernet = 10 μsec , Fast Ethernet = 100 μsec , T1 (Serial Default) = 20,000 μsec
((10,000,000 / lowest BW) + (sum of delay/10)) × 256 = Metric

EIGRP Operation

- Initial : 1) R1 sent hello packets -> all eigrp enable interface 2) R2 receives -> add to neighbor table -> send update -> send hello 3) R1 update neighbor table
- Discovery : 1) R1 update topology table 2) R1 -> ACK 3) R1 -> update (split horizon) 4) R2 add information topology table 5) R2 -> ACK

use DUAL -> update best routes to each dest. -> routing table

DUAL and Topology Table

- Successor : least-cost route
- Feasible Distance (FD) : lowest calculated metric จาก router ปัจจุบัน
- Feasible Successor (FS) : Backup path -> condition : if (RD < FD) -> FS (>1 หรือใส่มั่วก็ได้)
- Reported Distance (RD) : advertised distance reported metric from neighbor advertising (ค่าถัดไป cost ?)

show ip eigrp topology -> no FS • Passive State : stable state & available for use • Active State : recomputed by DUAL
show ip eigrp topology all-links

		Interior Gateway Protocol				Exterior Gateway Protocol
		Distance Vector		Link State		Path Vector
IPv4	Classful	RIP	IGRP			EGP
IPv4	Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGPv4
IPv6		RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6	BGPv4 for IPv6

IPv6 Network Address : Base 16 , 128-bit

- Migration - Dual Stack : run both IPv4 and IPv6 (implement ง่าย)
  - Tunneling : core อาจยังไม่ support -> tunneling เช่น IPv4
  - Translation : NAT 64
- IPv6 Addressing : • Rule 1 - Omit Leading 0s : แต่ละ partition 0 ข้างหน้าตัดทิ้ง
  • Rule 2 - Omit all 0 segment : แถว 0 ติดกันหลายๆ -> :: (ใช้ได้ที่เดียว)
- Types • Unicast : single source • Multicast : send single packet to multiple dest. • Anycast : unicast can assigned multiple devices
- Prefix Length : 0-128 , most LAN is /64
- Unicast Address • Global unicast : globally unique, Internet routable address (คล้าย public IPv4)
  • Link-local : communicate same local-link (ใช้แลกเปลี่ยนกันใน local) FE80::/10
  • Unique Local : (คล้าย private IPv4) FC00::/7 - FDFF::/7
  • Loopback : ::1/128 • Unspecified Address : ::/128
  - Structure IPv6 Global Unicast Address
    - first three bits of 001 or 2000::/3
    - three parts • Global Routing Prefix : assigned by provider typically /48 } 4 hextets
      • Subnet ID : organization
      • Interface ID : host 4 hextets

Configuration # ipv6 unicast-routing -> enable # ipv6 address ipv6-address/prefix-length

Routing • Static # ipv6 route ipv6-prefix/prefix-length {ipv6-address | exit-intf}
default route # ipv6 route ::/0 {ipv6-address | exit-intf}
• Dynamic (EIGRP) # ipv6 router eigrp AS-# -> # eigrp router-id router-id (IPv4) -> # no shutdown
ไม่ต้อง network แต่ต้อง # ipv6 eigrp AS-# ที่ interface แทน

Verify # show ipv6 route | #show ipv6 eigrp neighbors | #show ipv6 protocols

RIP v1 -> hop count (>15 unreachable) , broadcast every 30 secs

RIP v2 -> hop count (max=15) , multicast 224.0.0.9

OSPF -> multicast : MAC dest. 01-00-5E-00-00-05 or 01-00-5E-00-00-06
IPv4 dest. 224.0.0.5 or 224.0.0.6 / IPv6 FF02::5
protocol 89
10 secs multiaccess & point-to-point , 30secs non-broadcast [NBMA]
BW