

第八章 VLAN 網路規劃與管理

8-1 虛擬區域網路簡介

8-1-1 VLAN 與 Switch

『**虛擬區域網路**』(Virtual Local Area Network, VLAN)(IEEE 802.1Q 規範)即是利用某一特定技術，將某些工作站(或電腦)組織設定一個『**邏輯網路**』(Logical Network)。經過 VLAN 技術的處理，一個網路區段 (或稱 IP 子網路) 裡可再區分成多個**虛擬區域網路(VLAN)**，我們先來探討分割出來的現象，再來討論其功能。

圖 8-1 是 192.168.1.0/24 網路區段的區域網路，利用三只具有『**虛擬區域網路功能**』的 Switch/Hub 設備，串接了 12 部電腦(可能是工作站或伺服器)。吾人利用 VLAN 技術將此 12 部電腦組合成三個**虛擬區域網路**，被組合 VLAN 電腦可以不是同一 Switch 底下的電腦，可以跨接其他 Switch 下電腦的組合。譬如 VLAN0 中的 PC0、PC1 在 Sw0 上，又 PC4 與 PC5 在 SW1 交換器上。目前工業技術進步神速，網路連結設備幾乎很難買到 Hub，大多是具有 VLAN 的 Layer 2 Switch 或 Layer 3 Switch。我們這裡就用 Layer 2 Switch 做範例說明。

又每一個 VLAN 為何會連接那些電腦，大多為了劃分工作群組，也就是同一 VLAN 內的電腦通訊非常頻繁，期望他們之間通訊不要影響到其他電腦。假設 PC0 是一個資料庫伺服器，專供應 PC1、PC4、PC5 電腦使用，其他電腦甚少使用到，則將他們組合一個 VLAN。

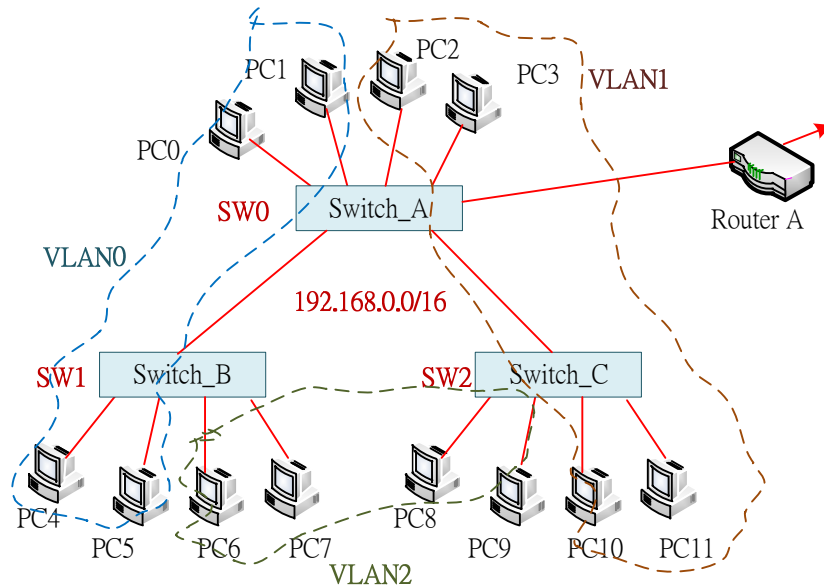


圖 8-1 實體區域網路範例

圖 8-2 為圖 8-1 分割成三個 VLAN 的邏輯架構圖。假設圖 8-1 中 Switch 皆是 Layer 2 Switch，它們僅負責訊框轉送，並不理會 IP 位址。由外部來看圖 8-2 還是 192.168.1.0/24 網路區段，但它內部已被虛擬化三個 VLAN0 ~ VALN2，之間並利用一只『虛擬橋接區域網路』(Virtual Bridged LAN, VBLAN) 連結。VBLAN 如同實體橋接器相同，具有學習與訊框轉送(Relay) 功能。

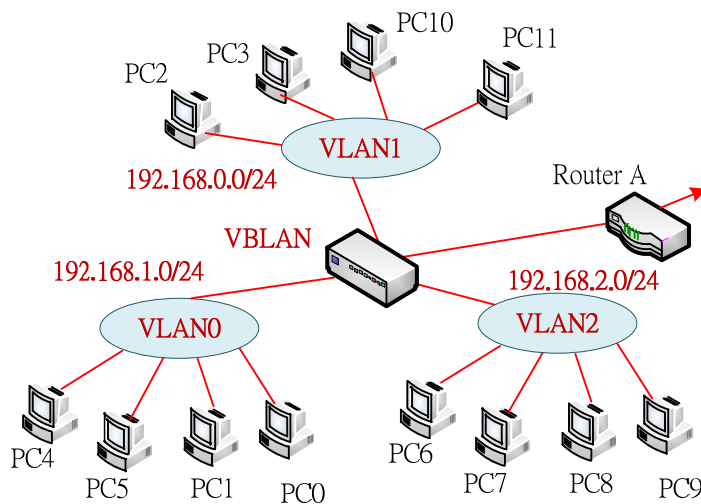


圖 8-2 虛擬區域網路的邏輯概念圖

8-1-2 VLAN 網路優點

規劃虛擬區域網路的優點，如下：

(1) 減抵『廣播網域』(Broadcast Domain)

每一個虛擬區域網路即是一個廣播網域。在網路上廣播封包是非常普遍的，譬如發送 ARP、ARAP 或群播訊框時，會將廣播訊框發送到網路區段的每一角落。如果經過虛擬區域網路分割後，廣播訊框會被 VBLAN 橋接器隔離，不會亂竄到所有網路角落上。以發送 ARP 為例，當 PC0 發送 ARP 訊框查詢某一工作站的 MAC 位址時，VBLAN 收到該訊框並由其內容得知查詢哪 IP 的 MAC 位址時，如果在它的 ARP Catch 裡查詢出來，便直接回應，不用再往後廣播，如此即可減低廣播訊框的流量。

(2) 具有『防火牆』(Firewall) 功能

訊框(或封包)僅限於虛擬網路上廣播，則其外部網路就很難偷窺視訊框內容，如此即具有隱藏訊框達到防火牆內容。

(3) 劃分『工作群組』(Workgroup)

就 CSMA/CD 協定(Ethernet 網路)的特性而言，傳送訊框都用廣播方式。當某一部電腦要傳送給另一部電腦時，它就將訊框廣播到網路上，網路上所有電腦都收到該訊框，再由訊框標頭內的目的地址判斷是否傳送給自己，如果是就將它收起來，如果不是就將它拋棄。由此可見，任何訊框的發送都會影響到所有電腦。在企業內網路系統，大多有依其工作需求，劃分若干個工作群組。同一群組內電腦間通訊會比較頻繁，如果虛擬區域網路能配合工作群組劃分，則可減低許多不需要的訊框流量，如此可以提供網路效益許多，也可以達到安全隱密的功能(同 VLAN 網路之間無法收到訊息)。

(4) 散居『子網路區段』位置

如果利用 Router 劃分子網路區段，並以 Switch 擴充連接工作站(Switch/Router 網路)，那麼子網路區段將侷限於 Switch 放置。如果 Switch 具有 VLAN 功能，則任何埠口都可以被分配到某一子網路區段，如此一來，多部 Switch 散居地理環境任何位置，經過埠口指定子網路區段，則某一子網路區段的工作站也可以散居各處。

8-1-3 VLAN 組態方法

劃分虛擬區域網路的方法大多與網路設備有關(Layer 2 或 Layer 3 Switch)，有下列幾種

方法：

(1) 『埠口基礎的虛擬區域網路』(Port-based VLAN)：

劃分虛擬區域網路是依照交換器的埠口而定，即是指定某些埠口為一個 VLAN 範圍，但埠口可以在同一網路的不同交換器上。此方式 Layer 2 或 Layer 2 Switch 都可以。以 Layer 2 Switch 為例，大多僅具有訊框交換的功能，它依照訊框標頭的目的地地址傳送到相對應埠口上，因此它具有學習(如橋接器)與轉送的功能，但大多沒有擴張樹展開的功能，無法避免網路迴圈會造成學習困難。如果我們將它設定成虛擬區域網路，則 VBVLAN 橋接器就具有擴張樹功能，可以避免網路迴圈的問題。

以 Port-based 劃分虛擬區域網路的缺點是工作站的位置不可隨意變遷，需固定連結在某埠口上，有時候會造成許多困擾。埠口經過設定哪一個 VLAN 後，大致不能再任意改變，此方法又稱為『靜態虛擬區域網路』(Static VLAN)。

(2) 『MAC 基礎的虛擬區域網路』(MAC-based VLAN)

以連接埠口劃分 VLAN 的缺點是工作站位置不可以隨意變遷。如果以 MAC 位址來區分，可能就能解決此問題，這種方式可適用於 Layer 2 或 Layer 3 Switch 上。但必須查詢每部電腦上網路卡的 MAC 位址，也會造成困擾。具有 MAC-based VLAN 功能的交換器(如 Cisco 5000 系列交換器)支援 VMPS(VLAN Management Policy Server) 功能，它內部有一個資料庫，可供輸入工作站的 MAC 位址，以及相對應的 VLAN 編號。

利用 MAC-based 分割的 VLAN，將不限制於工作站連接於哪一個傳輸埠口，並可以任意變更連接埠口及位置，又稱為『動態虛擬區域網路』(Dynamic VLAN)。

Layer 3 Switch 又稱為多埠口路由器，在每一連接埠口可以設定靜態路由表，轉送子網路 IP 封包功能，但大多沒有動態路由功能。如果經由虛擬網路設定後，VBLAN 就具有動態路由的功能，就好像多個路由器共用一只動態路由功能一樣。

看起來利用 IP 子網路劃分可以解決許多工作站配置的問題，但它還是有缺點。利用 IP subnet 劃分子網路後，還是必須保『預定路由』與『廣播位址』兩個 IP 位址，無形之中也浪費了兩個 IP 位址，這也是考慮的因素之一。

8-1-4 VLAN 訊框轉送

了解 VLAN 運作原理之後，接下來討論其『訊框轉送』(Frame Relay)(IEEE 802.1q)方式如何，做法是交換器內部有一個『虛擬橋接 VLAN』(Virtual Bridge VLAN, VBVLAN) 負責轉送訊框。當交換器埠口收到訊框(Ethernet 訊框)後，埠口(Port-based VLAN)再依照它所屬的 VLAN 網路序號 (Vlan id)製作一個標籤，並貼在訊框的前面，轉送給 VBVLAN。VBVLAN 取出標籤並讀取內容，再將它所送到該 Vlan id 網路下所有埠口。我用幾個網路架構來探討

(A) 單一交換器架構

圖 8-3 是利用一個交換器依照埠口劃分兩個 VLAN 的架構圖。圖 8-3 (A) 表示由同一交換器上，依照埠口劃分 Vlan 0 與 Vlan 1 兩個虛擬區域網路。圖 8-3 (B) 是它的內部示意圖。當 PC0 欲傳送訊框給 PC3 時，兩者不在同一 VLAN 上。對 PC0 而言，它根本無須理會到底在哪一個 VLAN 上，他將原訊框發送出去，但它所接的埠口已經被設定為 VLAN0 成員，埠口會將收到的訊框包裝成 VLAN 訊框，以 CISCO ISL 為例，則將 ISL 標頭加在訊框前面，再傳送 VBVLAN。VBVLAN 橋接器再依照內部過濾資料庫轉送到 PC3 所接的埠口，該埠口也是被設定成具有 VLAN 功能，它會將 VLAN 訊框還原，再發送給 PC3。到底如何轉送，則由 ISL 內訊息而定，下一節將會討論到。

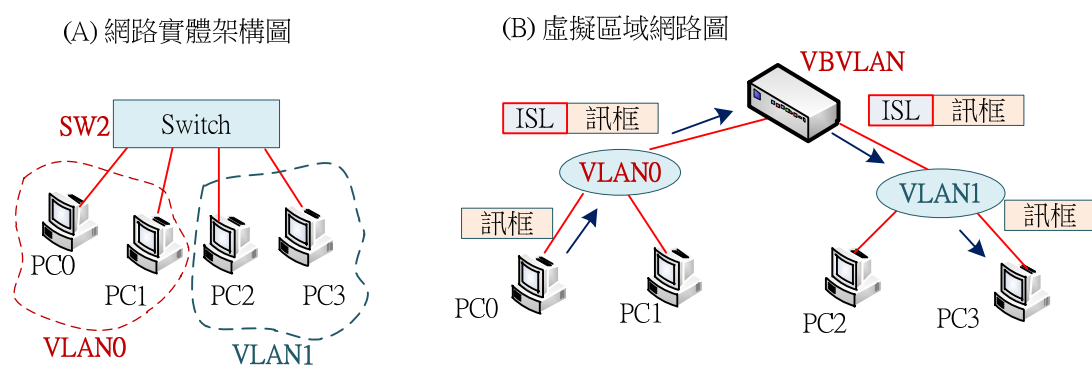


圖 8-3 單一交換器劃分虛擬區域網路架構

(B) 多交換器架構

圖 8-4 是利用 3 個交換器架構網路，並劃分為 VLAN0、VLAN1 與 VLAN2 等 3 個虛擬區域網路。以 CISCO 交換器為例，其傳輸埠口如設定為 Trunk 功能，則具有傳輸骨

幹的功能利用 Trunk 埠口將若干個交換器組織成一個較大的區域網路。如 VLAN0 的 PC0 電腦欲傳送訊息給 PC2，PC0 發送原訊框到 SW0，SW0 交換器將訊框前面加入 ISL 標頭 (下一節討論)，再發送給 SW2 交換器，再傳送給 SW1，SW1 交換器拆解回原來訊框，再發送給 PC2 電腦。

虛擬區域網路即是利用 ISL 訊框標頭來註明，該訊框是屬於哪一個 VLAN(VLAN0 ~ VLAN2) 網路下的成員，虛擬化功能即是利用 ISL 標頭內訊息來達成。

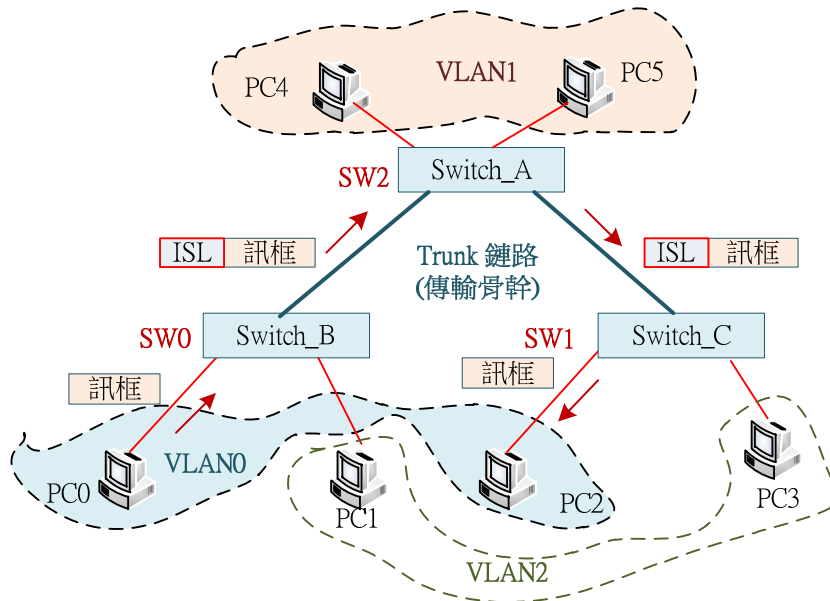


圖 8-4 多交換器架構

(C) Trunk、Native VLAN 與 VLAN ID

VLAN Trunking Protocol(VTP)(IEEE 802.1q) 是建構 VLAN 的主要功能，並非所有交換器都具有，但隨著時代的進步，目前 Cisco 交換器上 Fast Ethernet、Gigabit Ethernet 連接埠都具有此功能。交換器之間利用 Trunk protocol 交換訊息達到 VLAN 的功能。另外，一般交換器都具有多種 VLAN 的組態方法，但較普遍使用的還是 **Port-based VLAN** 較常見。設定方法是分別指定傳輸埠口是屬於哪一個 VLAN 成員，如果沒有指定的話，該埠口就屬於『原生 VLAN』(Native VLAN)。內定 Native VLAN 成員的傳輸埠口都可以相互通訊，簡單的說，就是所屬埠口沒有被規劃 VLAN 功能的意思。

每一個 VLAN 都需指定一個『VLAN ID』(VID) 識別碼，由 12 位元組合，由 1 ~ 2¹² 之間號碼，且『原生 VLAN』大多設定在 VID = 1。

8-2 單一交換器 VLAN 網路

8-2-1 單交換器 VLAN 網路

(A) 系統分析：

- (1) VLAN 網路名稱為：『vlan id』，其中 id 值由 1~ 4094 間的整數。
- (2) Cisco 交換器內部都有建立 VLAN 的功能，預設建立一個 vlan 1，並將所有埠口皆歸屬於該網路內成員，因此，沒有特殊處理的話，交換器內所有埠口都是可以互相通訊的。
- (3) 吾人可以再產生其他 VLAN id，並將若干埠口加入新的 VLAN 網路內，它們自然離開 vlan 1 網路成員。
- (4) 因此，在交換器內產生多個 VLAN 網路，並加入各自成員埠口，便產生多個獨立網路，如果沒有特殊處理(加入路由器)的話，不同網路之間主機是無法通訊的。
- (5) 吾人選用一只交換器，並產生二個 VLAN 網路(另一個為預設 vlan 1，保留原來 Switch 功能)，再觀察不同 VLAN 網路之間是否可以互相通訊，依此來驗證 VLAN 的功能如何。

(B) 規劃網路架設：

吾人利用交換器來建置一個簡單網路。Vlan 1 保留系統管理使用，還未分配的埠口皆屬於它的成員，並設定 IP 位址可由外部主機(Manager)登入管理，網路環境規劃如下：

VLAN 網路	網路區段	Gateway/DNS	名稱	IP 位址	連接埠口
Vlan 1	192.168.0.0/ 255.255.255.0	192.168.0.254/ 168.95.1.1	Vlan1	192.168.0.252	管理者網路
			Manger	192.168.0.1	Switch(Fa0/1)
Vlan 10 (students)	192.168.1.0/ 255.255.255.0	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1	192.168.1.1	Switch(Fa0/2)
			PC2	192.168.1.2	Switch(Fa0/3)
Vlan 20 (teachers)	192.168.2.0/ 255.255.255.0	192.168.2.254/ 168.95.1.1	PC3	192.168.2.1	Switch(Fa0/4)
			PC4	192.168.2.2	Switch(Fa0/5)

- (1) 設備：Cisco 2960 交換器一只(Switch0)、個人電腦五台。

(2) 利用 Packet Tracer 規劃網路，如下：(請匯入：單一交換器 VLAN 網路_空白.pkt)

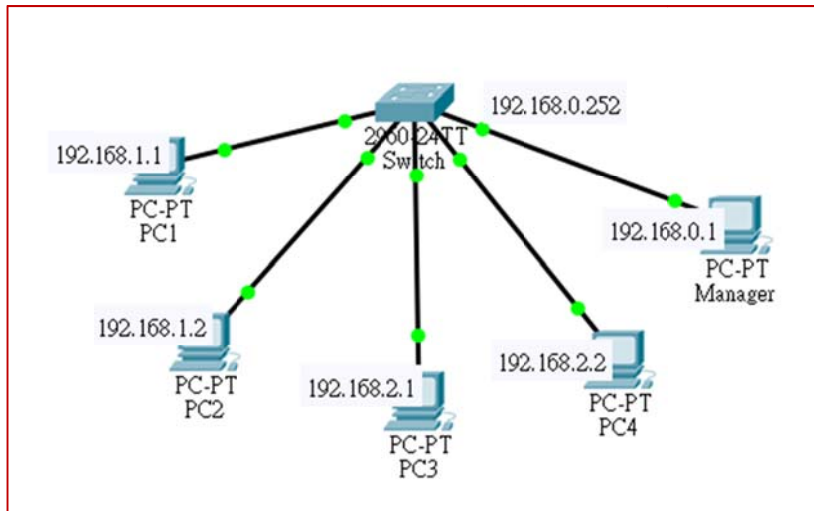


圖 8-5 單一交換器 VLAN 網路

8-2-2 交換器設定 IP 位址

基本上交換器是沒有 IP 位址的，例外，在 Cisco 交換器上，每一個埠口都被預設到 Vlan 1 虛擬網路上，除非另外指定到其它 VLAN 上。吾人可利用 Vlan 1 來連接該交換器。作法是設定 Vlan 1 屬於某一個網路區段，並設定一個 IP 位址(192.168.0.252)，又將某一埠口指定到 Vlan 1(其實是預設值不用另外指定)，則該埠口所連接的主機就屬於該網路區段，利用該埠口所連結的主機(192.168.0.1)即可登入交換器。吾人希望能夠由遠端電腦登入交換器作業，設定步驟如下：

VLAN 網路	網路區段	Gateway/DNS	名稱	IP 位址	連接埠口
Vlan 1	192.168.0.0/ 255.255.255.0	192.168.0.254/ 168.95.1.1	Vlan1	192.168.0.252	管理者網路
			Manger	192.168.0.1	Switch(Fa0/1)

(A) 建立 VLAN 1 的 IP 位址

(請匯入：單一交換器 VLAN 網路_空白.pkt)

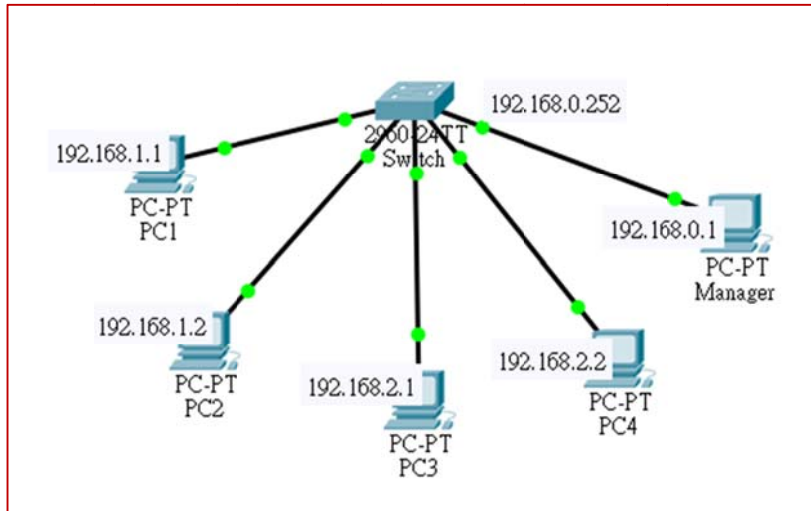


圖 8-6 單一交換器 VLAN 網路

設定交換器 IP 的步驟如下：

```

Switch>
Switch>en
Switch#config t
Switch(config)#int vlan 1 [進入設定 Interface VLAN1]
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.252 255.255.255.0 [設定 vlan1 的 IP]
Switch(config-if)#no shutdown [啟動介面]
Switch(config-if)#line vty 0 4 [開啟虛擬終端機 vty 0 ~ vty4]
Switch(config-line)#password mis [建立 Telnet 登入密碼]
Switch(config-line)#login [啟動密碼]
Switch(config-line)#exit
Switch(config)#ip default-gateway 192.168.0.254
Switch(config)#enable password misUser [建立進入 Priv. Mode 密碼]
Switch(config)#exit
Switch#show ip int brief | begin Vlan1
Vlan1 192.168.0.252 YES manual up up
Switch#ping 192.168.0.252 [測試 VLAN1 網路連結]
...
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/1/4 ms
Switch#copy running-config startup-config (儲存設定結果)

```

(B) 由 Manager 主機登入操作

(請匯入：單一交換器 VLAN 網路_IP 設定.pkt)

Manager (fa0/1) 主機預設是 Vlan 1 成員。點選 PC4 -> Desktop -> Command Prompt，如下：

```

C:\>ping 192.168.0.252    [OK]
C:\>telnet 192.168.0.252
Password:    (輸入密碼：mis)
Switch>en
Password:    (輸入密碼：misUser)
Switch#

```

8-2-3 建立 VLAN 網路及成員

(請匯入：單一交換器 VLAN 網路_IP 設定.pkt)

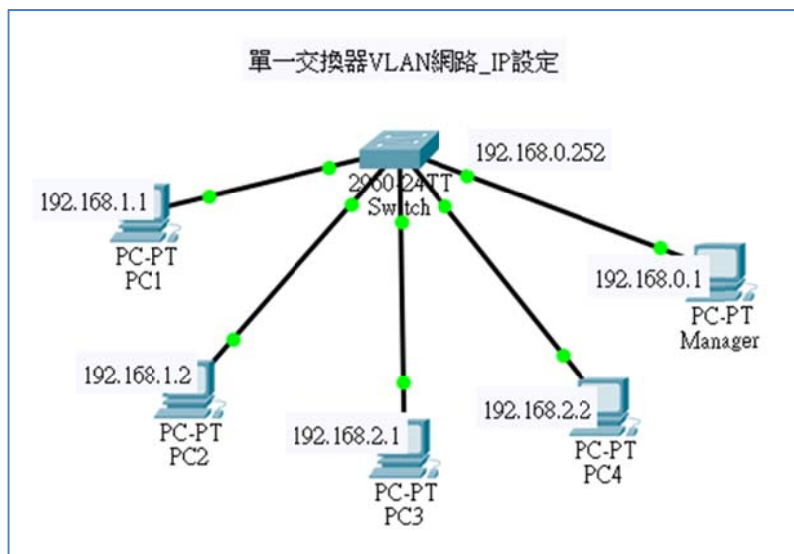


圖 8-6 單一交換器 VLAN 網路(IP 設定)

(A) 建立 VLAN 並加入成員

吾人依照下列規劃設定：

VLAN 網路	網路區段	Gateway/DNS	名稱	IP 位址	連接埠口
Vlan 10 (students)	192.168.1.0/ 255.255.255.0	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1	192.168.1.1	Switch(Fa0/2)
			PC2	192.168.1.2	Switch(Fa0/3)
Vlan 20 (teachers)	192.168.2.0/ 255.255.255.0	192.168.2.254/ 168.95.1.1	PC3	192.168.2.1	Switch(Fa0/4)
			PC4	192.168.2.2	Switch(Fa0/5)

由 Manager 主機登入交換器 (telnet 192.168.0.252、密碼 **mis**)或直接由交換器的 CLI 介面進入設定，建立 VLAN 網路與增加成員。如下：

```

Switch>en
Password:    [misUser]

```

```

Switch#config t
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name students
Switch(config-vlan)#^Z
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name teachers
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#int fa0/2
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fa0/3
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fa0/4
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fa0/5
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#do show vlan brief

```

VLAN Name Status Ports [各埠口 VLAN 成員分配]

```

-----
1 default active Fa0/1, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 [預設都屬於 VLAN1 的成員]
    Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
    Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
    Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
    Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
    Gig0/1, Gig0/2
10 students active Fa0/2, Fa0/3 [VLAN10 的成員]
20 teachers active Fa0/4, Fa0/5 [VLAN20 的成員]
1002 fddi-default active
.....

```

```

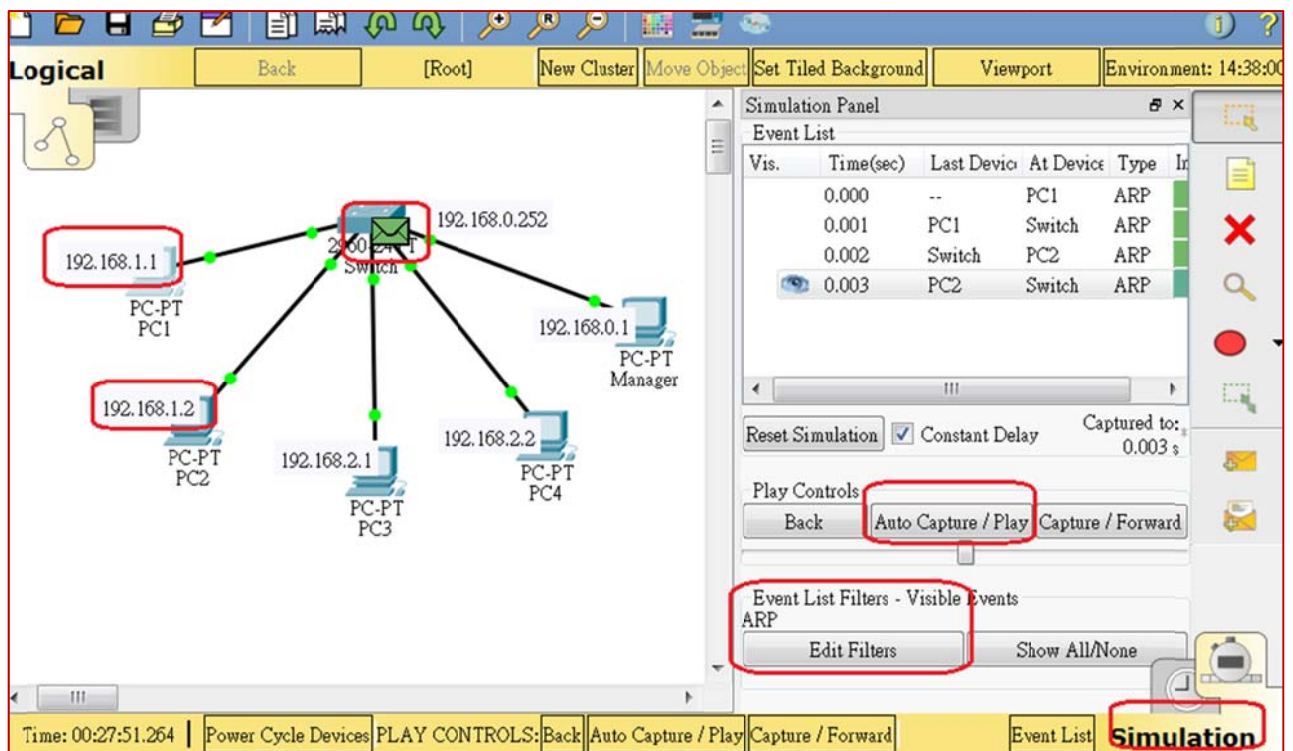
Switch(config)#exit
Switch#copy running-config startup-config [複製設定結果]
Switch#

```

(B) 測試 VLAN 功能 (請匯入：單一交換器 VLAN 網路_vlan 設定.pkt)

(1) 步驟 1：由 PC1 ping PC2，攔取 ARP 封包，觀察其流向。測試結果如下：

1. 第一個 ARP Request 封包由 PC1 -> Switch
2. Switch 將 ARP Request 封包轉送 PC2，並不轉送其他埠口。
3. PC2 送 ARP Reply 給 Switch。
4. Switch 將 ARP Reply 發送給 PC1，並不轉送給其他埠口。
5. 由此可見，VLAN 具有隔離廣播封包的功能。



(2) 步驟 2：由 PC1 ping PC3 (192.168.1.2.1)，可發現無法成功，如下：

```
C:\>ping 192.168.3.1 [NO]
```

(3) 步驟 3：由 PC3 ping PC4 (192.168.2.2)，同一 VLAN 網路內可以成功，如下：

```
C:\>ping 192.168.2.2 [OK]
```

(C) VLAN 結論

- (1) 利用 VLAN 技術將交換器各個埠口劃分為不同虛擬網路後，每一個虛擬網路都屬於一個網路區段，虛擬網路之間是隔離的。

- (2) 如果採用 Layer2 Switch，交換器並沒有路由功能，因此虛擬網路之間無法通訊，必須透過其他路由器協助才行。

8-2-4 單交換器 VLAN 繞路設定

(A) VLAN 之間繞路功能

欲讓 VLAN 網路之間具有繞路功能，必須仰賴路由器的協助，重點說明如下：

- (1) 每一個 VLAN 網路必須有一個所屬埠口，連結到路由器埠口上。即是，一個 VLAN 網路對應一個路由器埠口，是該網路對外部連接的要塞。
- (2) 路由器對應埠口是該 VLAN 的預設路由。即是，它的 IP 位址就是預設路由(Default Router)。
- (3) 由此可見，本網路上有 3 個 VLAN 網路，則需要三個路由器埠口，假設吾人採用一部路由器來建置，規劃如下：

Router	Router port	IP 位址	VLAN	Switch port
R1	Gi0/0	192.168.1.254	10	SW(Gi0/1)
	Gi0/1	192.168.2.254	20	SW(Gi0/2)

- (4) 因此，吾人再加入一只 Cisco 2901 路由器，它預設有兩片 Gigabit Ethernet 網路卡，可直接與交換器連接，利用 Packet Tracer 規劃出來的網路架構如下：

(請匯入：單一交換器網路_VLAN 設定+繞路_空白.pkt)

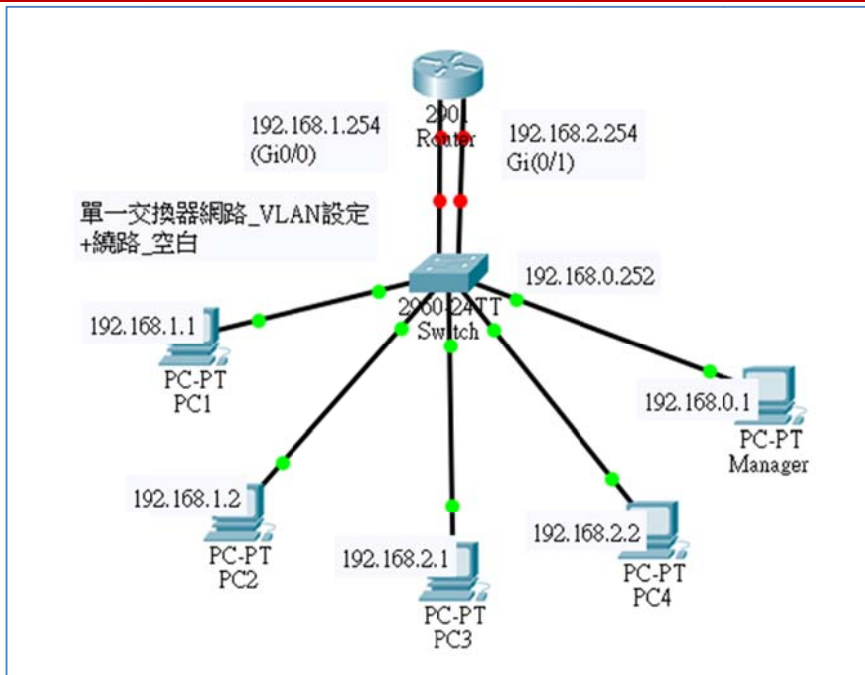


圖 8-7 VLANs 之間繞路網路

(B) 在交換器加入 VLAN 網路埠口

交換器與路由器連接的兩個埠口，須分別加入所要繞路網路的 VLAN 上，將 Gi0/1 加入 vlan 10；Gi0/2 加入 vlan 20 網路，操作如下：

```
Switch>
Switch>en
Password:          [misUser]
Switch#config ter
Switch(config)#int gi0/1
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#int gi0/2
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#do show vlan brief

....
 10 students active Fa0/2, Fa0/3, Gig0/1   [增加 Gi0/1]
 20 teachers active Fa0/4, Fa0/5, Gig0/2  [增加 Gi0/2]
....
Switch(config)#
```

(C) 在 R1 路由器上設定介面

兩個 VLAN 之間是透過路由器產生繞路功能，其中 Vlan 10 成員中 Switch 的 Gi0/1 是串接到 Router 之 Gi0/0 埠口，另外 Vlan 20 成員 Switch 的 Gi0/23 是串接到 Router 的 Gi0/1。在 Router0 上只要規劃這兩個介面即可。在 Packet Tracer 中點選 Router0，再進入 CLI 操作如下：

```
R1>
R1>en
R1#config ter
R1(config)#int gi0/0 [規劃 gi0/0 IP 位址]
R1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown [啟動介面]
R1(config-if)#exit
R1(config)#int gi0/1 [規劃 gi0/0 IP 位址]
R1(config-if)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown [啟動介面]
R1(config-if)#exit
R1(config)#do show ip int brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
GigabitEthernet0/0 192.168.1.254 YES manual up up
GigabitEthernet0/1 192.168.2.254 YES manual up up
Vlan1 unassigned YES unset administratively down down
R1(config)#
```

(D) 測試繞路功能 (請匯入：單一交換器網路_VLAN 設定+繞路_完成.pkt)

- (1) 由 PC1 測試連結 PC3(192.168.2.1)，如下：

```
C:\>ping 192.168.2.1 [OK]
```

- (2) 由 PC3 測試連結 PC2(192.168.1.2)，如下：

```
C:\>ping 192.168.1.2 [OK]
```

(E) 設定 VLAN 之間 Routing，成果結論

1. 僅利用 Layer 2 Switch 劃分 VLAN 的區段網路，在 VLAN 之間並無法通訊。
2. 透過路由器連線，才能使 VLAN 之間通訊。

8-2-5 VLAN 附加 DHCP 功能

(A) 系統分析

如何在 VLAN 網路上加入 DHCP 功能，是一個很重要的課題，吾人將重點敘述如下：

- (1) 一般 Cisco 路由器都具有 DHCP 動態分配 IP 的功能。吾人既然增加路由器來產生 VLAN 繞路功能，只要再啟動該路由器的 DHCP，不需要再增加其他設備(當然要額外安裝 DHCP Server 也可以)。
- (2) 在路由器上建立 dhcp pool vlan10，即是產生 vlan 10 的 DHCP 分配槽，所有該 VLAN 網路成員(交換器埠口)都可要求分配 IP 位址。

(B) 網路規劃與建置

我們沿用圖 8-7 網路(已設定完成 VLAN Routing 功能)，只要將 PC1 ~ PC4 主機改為動態 DHCP 分配 IP 位址即可，其他設定不用變更。規劃網路環境如下：

VLAN 網路	網路區段	Gateway/DNS	名稱	IP 位址	連接埠口
Vlan 1	192.168.0.0/ 255.255.255.0	192.168.0.254/ 168.95.1.1	Vlan1	192.168.0.252	管理者網路
			Manger	192.168.0.1	Switch(Fa0/1)
Vlan 10 (students)	192.168.1.0/ 255.255.255.0	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1	DHCP 分配	Switch(Fa0/2)
			PC2	DHCP 分配	Switch(Fa0/3)
Vlan 20 (teachers)	192.168.2.0/ 255.255.255.0	192.168.2.254/ 168.95.1.1	PC3	DHCP 分配	Switch(Fa0/4)
			PC4	DHCP 分配	Switch(Fa0/5)

路由器設定還是沿用圖 8-7 不用變更，其規劃內容如下：

Router	Router port	IP 位址	VLAN	Switch port
R1	Gi0/0	192.168.1.254	10	SW(Gi0/1)
	Gi0/1	192.168.2.254	20	SW2(Gi0/2)

利用 Packet Tracer 規劃網路，如下：

(請匯入：單一交換器_VLAN+路由器+DHCP_空白.pkt)

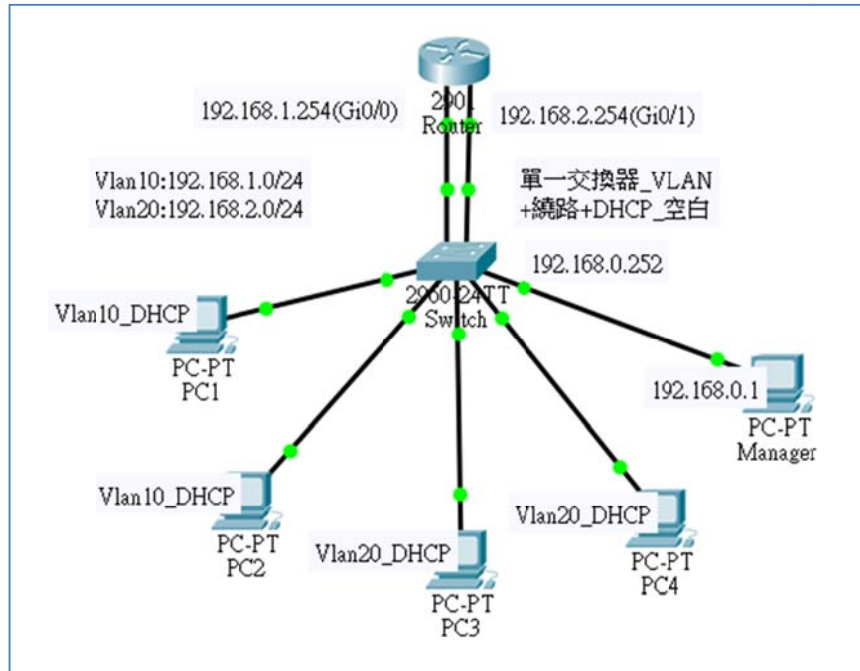


圖 8-8 VLAN 附加 DHCP 功能網路

(C) DHCP 功能設定 – 路由器

啟動路由器 R1 的 DHCP 功能，設定步驟如下：

```

R1(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.250 192.168.1.251
R1(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.250 192.168.2.251
R1(config)#ip dhcp pool vlan10
R1(dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#default-router 192.168.1.254
R1(dhcp-config)#dns-server 168.95.1.1
R1(dhcp-config)#exit
R1(config)#ip dhcp pool vlan20
R1(dhcp-config)#network 192.168.2.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#default-router 192.168.2.254
R1(dhcp-config)#dns-server 168.95.1.1
R1(dhcp-config)#end
  
```

(D) DHCP 功能測試

(請匯入：單一交換器_VLAN+路由器+DHCP_完成.pkt)

(1) 將 PC1 ~ PC4 設定成 DHCP 自動分配 IP 位址。

- (2) 由 PC1 進入 Command Prompt 介面，執行 ipconfig /release 與 ipconfig /renew，讓它釋放與取得 IP 位址，如下：

```
C:\>ipconfig /release

IP Address.....: 0.0.0.0
Subnet Mask.....: 0.0.0.0
Default Gateway.....: 0.0.0.0
DNS Server.....: 0.0.0.0

C:\>ipconfig /renew

IP Address.....: 192.168.1.1
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.1.254
DNS Server.....: 168.95.1.1
```

- (3) 由 PC3 取得 IP 位址，如下：

```
C:\>ipconfig /release

IP Address.....: 0.0.0.0
Subnet Mask.....: 0.0.0.0
Default Gateway.....: 0.0.0.0
DNS Server.....: 0.0.0.0

C:\>ipconfig /renew

IP Address.....: 192.168.2.1
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.2.254
DNS Server.....: 168.95.1.1
```

- (4) 再由 PC1 ping 其它主機，觀察 Routing 功能是否還存在，如下：(ping 192.168.3.2)

```
C:\>ping 192.168.2.1

Pinging 192.168.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=127
```

8-2-6 VLAN 單埠口繞路設定

依照 8-2-4 節敘述，VLAN 網路之間繞路需要路由器協助，而且每一 VLAN 網路區段需要一個路由器埠口，如此一來，經濟效應非常低。還好，一般路由器都有提供子介面功能，吾人可將一個實體介面分割成若干個虛擬介面，每一個虛擬介面設定成 VLAN 的預設閘門即可，重點歸納如下：

- (1) 將路由器連接交換器的埠口(如 Gi0/0)宣告成 no ip address、

- (2) 宣告子介面(如 Gi0/0.10) 指定為 VLAN 協定下的 Vlan 網路(如 dot1q 10) , 其中 10 為 VLAN 網路號碼。(dot1q 下一節介紹)
- (3) 設定子介面的 IP 位址 , 譬如 Gi0/0.10 為 192.168.1.254 , 是 192.168.1.0/24 的預設閘門。
- (4) 將交換器連接到路由器的埠口(SW(Gi0/1)) , 設定為 Trunk Mode (下一節介紹)。

(A) 系統規劃

(請匯入：單一交換器網路_VLAN 設定+單埠口繞路_空白.pkt)

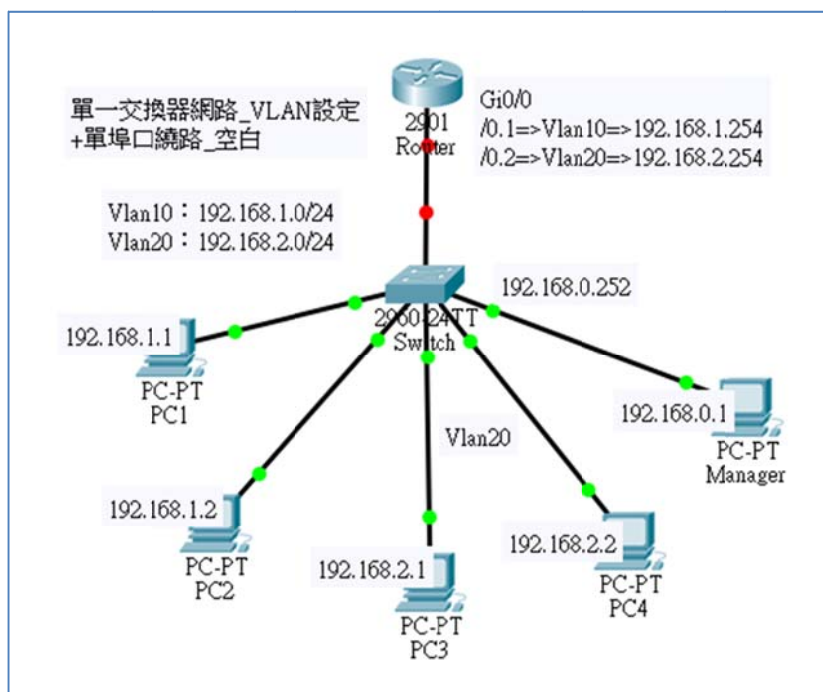


圖 8-9 VLAN 單埠口繞路設定

我們沿用『單一交換器網路_VLAN 設定_完成』的網路架構 , 再增加一部 Cisco 2901 路由器 , 網路架構如圖 8-9 所示 , 路由器規劃如下 :

Router	Router port	IP 位址	VLAN	Switch port
R1	Gi0/0	No address		SW(Gi0/1) => trunk Mode
	Gi0/0.10	192.168.1.254	dot1q 10	
	Gi0/0.20	192.168.2.254	dot1q 20	

(B) 路由器設定

連接到交換器的埠口是 Gi0/0，須將它分割成兩個子介面，再分別設定 IP 位址，如下：

```
R1>en
R1#config ter
R1(config)#int gi0/0
R1(config-if)#no ip address
R1(config-if)#int gi0/0.10
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 10
R1(config-subif)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-subif)#int gi0/0.20
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 20
R1(config-subif)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R1(config-subif)#exit
R1(config)#int gi0/0
R1(config-if)#no shutdown
```

(C) 交換器設定

連接到交換器的埠口是 Gi1/0，須將它設定成 Trunk Mode，如下：

```
Switch>en
Password: [misUser]
Switch#config ter
Switch(config)#int Gi0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#do show vlan brief
    10 students active Fa0/2, Fa0/3
    20 teachers active Fa0/4, Fa0/5
    ...
```

(D) 繞路測試：(請匯入：單一交換器網路_VLAN 設定+單埠口繞路_完成.pkt)

■ PC1(192.168.1.1) ping PC3 (192.168.2.1) **[OK]**

■ PC4(192.168.2.2) ping PC2 (192.168.1.2) **[OK]**

8-3 VTP 網域與協定

8-3-1 VTP 網域

『**VLAN 中繼協定**』(VLAN Trunking Protocol, VTP)是一套 Cisco 專屬機制，提供多個

Cisco Switch 之間做訊息交換訊息的協定。Switch 上的 VLAN 相關資料可以透過此機制將訊息傳遞到其他 Switch 上，如此 Switch 之間的 VLAN 才可達到同步的功能。

另外，我們可以將多個交換器劃分為若干個『VTP 網域』(VTP Domain)，每一網域內的 VLAN 資料可以互相交流，並讓多個交換機共同建立若干個 VLAN 網路。簡單的說，一個 VTP Domain 內有若干個 VLAN 網路，每一個 VLAN 網路成員允許散落在多個交換器的埠口上。因此，Switch 在 VTP Domain 下可能扮演：Server Mode、Client Mode 與 Transparent Mode 等三種。任一個 VTP Domain 內僅有一部 Switch 可以設定為 Server Mode，它統歸管該 Domain 下所有 VLAN 資料，其他模式功能如下表所示：

所支援的處理能力	Server Mode	Client Mode	Transparent Mode
新增 VLAN 設定	yes	no	yes
修改 VLAN 設定	yes	no	yes
刪除 VLAN 設定	yes	no	yes
發送設定給其它設備做同步	yes	no	no
轉送設定給其它設備	yes	yes	yes
同步其它設備的 VLAN 設定	yes	yes	no
儲存到 NVRAM 中	yes	no	yes

- **Server Mode**：Cisco 交換器的預設值都是 Server Mode，一個 VTP Domain 內至少需要一部交換器扮演此模式。伺服器可以新增或刪除 VLAN 網路，並將傳播整體 VTP Domain 內 VLAN 資料到所有交換器內，並保持各個交換器內的資料同步。其他交換器僅利用伺服器所建立的 VLAN，來分配埠口歸屬於哪一個 VLAN 網路。VTP 伺服器會將 VLAN 資料儲存於 NVRAM 上，重新開機時會保存。
- **Client Mode**：它不能建立或刪除 VTP Domain 內的 VLAN 網路，但可將所屬埠口分配到伺服器所建立的 VLAN 上，並隨時將變更訊息傳遞給伺服器，再由伺服器廣播給所有交換器。它也不會將 VLAN 資料儲存於 NVRAM 上。
- **Transparent Mode**：透通模式的交換器不參與 VTP Domain 或分享 VLAN 資料庫。他依然保持可以自行建立、增加或修改 VLAN，但他們依然透過主幹 (Trunk) 鏈路來轉送 VLAN 資料。簡單來講，它屬於獨自的 VTP Domain，也會將 VLAN 資料

儲存於 NVRAM 上。

8-3-2 中繼協定

(A) 交換器的埠口型態

Cisco 交換器埠口有兩種運作型態，如下：

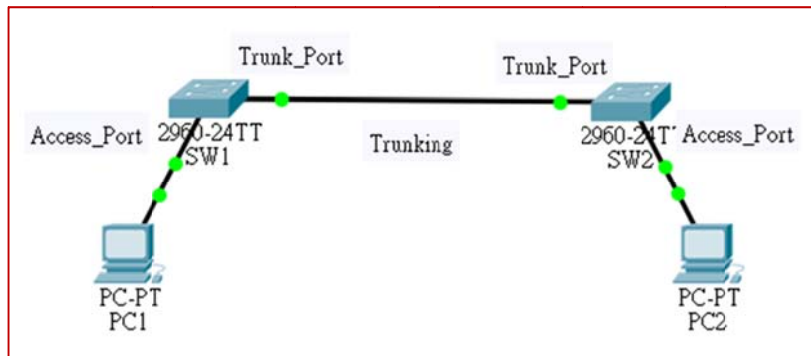


圖 8-10 Trunk 連接埠口

- 存取埠口(Access Port)：此類型埠口可分配給某一個 VLAN 網路，但也僅傳遞該 VLAN 網路的訊框，是連接主機使用。
- 主幹埠口(Trunk Port)：此類埠口不屬於任何 VLAN 成員，但是 VLAN 網路之間의 共同通道，是交換器之間連結使用。

Cisco 交換器埠口的預設值都是 Access Port，但每一個埠口都可以變更為 Trunk Port，但 Trunk Port 是多個 VLAN 網路下的共通管道，因此，我們會選用傳輸速度較高的埠口(如 Gigabit) 來擔當。

(B) 主幹協定

交換器之間係利用 Trunk Port 連結起來，依此才可以建構多個交換器的 VLAN 網路。但交換器可能來自不同廠商製造，它們之間必須要有一個共通協定，來可以互相交換 VLAN 訊息，此協定又稱為『主幹協定』(Trunking Protocol)。又一般交換器僅拆解到第二層協定標頭，VLAN 網路增加了 Trunking Protocol，又當如何處理。作法是將 Trunking Protocol 製作一個標籤附加在 MAC 層的訊框上，各個交換器收到 MAC 層訊框時，再取出此標籤來辨識 VLAN 之間通訊。目前常用的 Trunking Protocol 有：

- 『跨交換器鏈路』(Inter-Switch Link, ISL)：是針對 Ethernet 網路設計使用。他將 VLAN 訊息透過外部包裝格式 (ISL)，並使其能在多工鏈路上傳輸，辨識訊框是屬於哪一個 VLAN 網路的。
- IEEE 802.1Q：是 IEEE 所設計出來的標準協定，可運用於各種不同的網路型態上。但目前 Ethernet 網路也都採用此協定運作。

Cisco 交換器並非所有協定都支援，2960 交換器僅支援 IEEE 802.1Q，但 3560 同時支援 ISL 與 IEEE 802.1Q，管理者在設定網路時可選擇使用。

8-3-3 建立 VTP Domain 步驟

建立多交換器所構成的 VTP Domain 步驟如下：

■ 步驟 1：VTP Server 交換器

- (1) 宣告成 Server Mode、建立 VTP Domain、建立 VTP Domain 密碼、
- (2) 設定某些埠口為 Trunk Mode、
- (3) 建立 VLAN 網路、
- (4) 將埠口指定到 VLAN 網路上。

■ 步驟 2：VTP Client 交換器

- (1) 宣告成 Client Mode、加入某個 VTP Domain、輸入 VTP Domain 密碼、
- (2) 設定 Trunk Mode 埠口、
- (3) 指定埠口到 VLAN 網路。(不需要建立 VLAN)

8-4 多交換器 VLAN 網路

8-4-1 多交換器網路規劃

(A) 系統分析

(請匯入：多交換器 VLAN 網路_空白.pkt)

我們利用三個交換器來建立一套多交換器的 VLAN 網路，再來驗證 VTP 與 Trunk 建立的方法，期望網路架構圖 8-10 所示。

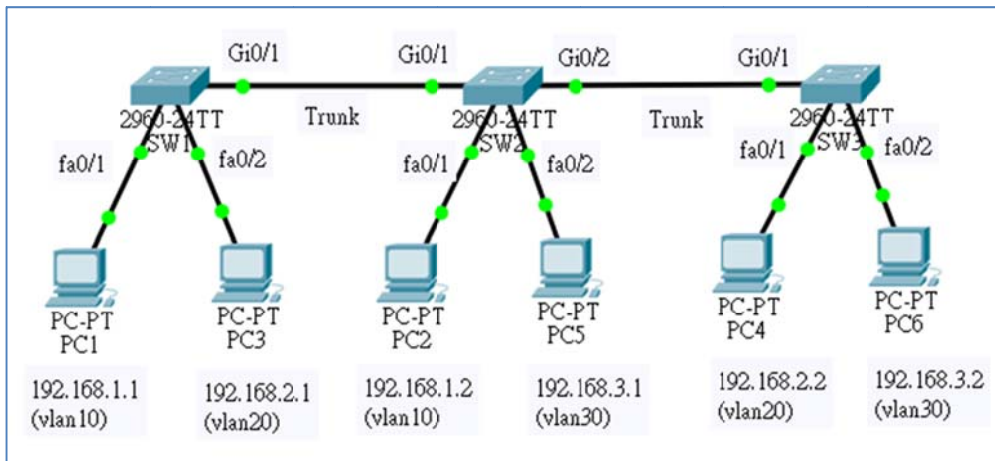


圖 8-11 三只交換器建立 VLAN 網路

(B) 網路規劃與建置

(1) 設備：Cisco 2960 交換器三台(SW1 ~ SW3)、個人電腦 6 台 (PC1 ~ PC6)。

(2) VLAN 網路環境：

VLAN	網路區段	Gateway/DNS	IP (PC)	埠口(Switch)
Vlan10 (Sales)	192.168.1.0/24	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1=192.168.1.1	Fa0/1 (SW1)
			PC2=192.168.1.2	Fa0/1(SW2)
Vlan20 (managers)	192.168.2.0/24	192,168.2.254/ 168.95.1.1	PC3=192.168.2.1	Fa0/2(SW1)
			PC4=192.168.2.2	Fa0/1(SW3)
Vlan30 (Products)	192.168.3.0/24	192.168.3.254/ 168.95.1.1	PC5=192.168.3.1	Fa0/2(SW2)
			PC6=192.168.3.2	Fa0/2(SW3)

(3) VTP Domain 規劃：

Switch no	VTP Mode	Trunk port
SW1	Server	Gi0/1=>Gi0/1(SW2)
SW2	Client	Gi0/1 => Gi0/1(SW1) Gi0/2 => Gi0/1(SW3)

SW3	Client	Gi0/1 => Gi02(SW2)
VTP Domain = CSU_MIS 、 Password = user		

8-4-2 多交換器 VLAN 網路設定

(A) 在 SW1 交換器需設定下列參數：

- (1) 設定為 VTP server mode 、 VTP Domain = CSU_MIS(password=user) 。
- (2) 建立 VLAN 10 、 VLAN 20 、 VLAN 30 虛擬區域網路 。
- (3) 設定介面 Gi0/1 為 switchport mode trunk 。
- (4) 將 Fa0/1 加入 vlan10 、 Fa0/2 加入 vlan20 。

```
## 設定 VTP 操作模式 ###  
SW1>  
SW1>en  
SW1#config ter  
SW1(config)#vtp mode server  
SW1(config)#vtp domain CSU_MIS  
SW1(config)#vtp password user  
SW1(config)#do show vtp status  
    VTP Version : 2  
    Configuration Revision : 0  
    Maximum VLANs supported locally : 255  
    Number of existing VLANs : 5  
    VTP Operating Mode : Server  
    VTP Domain Name : CSU_MIS  
    VTP Pruning Mode : Disabled  
    VTP V2 Mode : Disabled  
    VTP Traps Generation : Disabled  
    ....  
SW1(config)#do show vtp password  
    VTP Password: user  
SW1(config)#  
## 建立 VLAN id 與 name ###
```

```
SW1(config)#vlan 10
SW1(config-vlan)#name Sales
SW1(config-vlan)#exit
SW1(config)#vlan 20
SW1(config-vlan)#name Managers
SW1(config-vlan)#exit
SW1(config)#vlan 30
SW1(config-vlan)#name Product
SW1(config-vlan)#exit
SW1(config)#do show vlan brief
...
10 Sales active
20 Managers active
30 Products active

## 設定 VLAN trunk 傳輸骨幹 ###

SW1(config)#int gi0/1
SW1(config-if)#switchport mode trunk

## 設定 VLAN 網路成員的介面埠口 ###

SW1(config-if)#exit
SW1(config)#int fa0/1
SW1(config-if)#switchport access vlan 10
SW1(config-if)#exit
SW1(config)#int fa0/2
SW1(config-if)#switchport access vlan 20
SW1(config-if)#exit

## 觀察各 VLAN 網路的成員 ###

SW1(config)#do show vlan brief
...
10 Sales active Fa0/1
20 Managers active Fa0/2
30 Products active
...

## 儲存設定結果 ###

SW1#copy running-config startup-config
```

(B) 在 SW2 交換器需設定下列參數：

- (1) 設定為 VTP mode client、VTP Domain = CSU_MIS(password=user)
- (2) 設定介面 Gi0/1 與 Gi0/2 為 switchport mode trunk。
- (3) 將 Fa0/1 加入 vlan10、Fa0/2 加入 vlan30。

```
## 設定 VTP 操作模式與環境 ###
SW2>en
SW2#config ter
SW2(config)#vtp mode client
SW2(config)#vtp domain CSU_MIS
SW2(config)#vtp password user
SW2(config)#do show vtp status
...
VTP Operating Mode : Client
VTP Domain Name : CSU_MIS
VTP Pruning Mode : Disabled
VTP V2 Mode : Disabled
...
##### 設定 VLAN 主幹 trunk 埠口 #####
SW2(config)#int gi0/1
SW2(config-if)#switchport mode trunk
SW2(config-if)#no shutdown
SW2(config-if)#exit
SW2(config)#int gi0/2
SW2(config-if)#switchport mode trunk
##### 設定 VLAN 埠口 #####
SW2(config-if)#exit
SW2(config)#int fa0/1
SW2(config-if)#switchport access vlan 10
SW2(config-if)#exit
SW2(config)#int fa0/2
SW2(config-if)#switchport access vlan 30
SW2(config-if)#exit
##### 顯示各 VLAN 的成員埠口 #####
SW2(config)#do show vlan brief
...

```

```
10 Sales active Fa0/1
20 Managers active
30 Products active Fa0/2
...
## 儲存設定結果 ###
SW2#copy running-config startup-config
```

(C) 在 SW3 交換器需設定下列參數：

- (1) 設定為 VTP mode client、VTP Domain = CSU_MIS(password=user)
- (2) 設定介面 Gi0/1 為 switchport mode trunk。
- (3) 將 Fa0/1 加入 vlan20、Fa0/2 加入 vlan30。

```
##### 設定 VTP 操作模式與環境 #####
SW3>en
SW3#config ter
SW3(config)#vtp mode client
SW3(config)#vtp domain CSU_MIS
SW3(config)#vtp password user
SW3(config)#do show vtp status
...
VTP Operating Mode : Client
VTP Domain Name : CSU_MIS
VTP Pruning Mode : Disabled
...
##### 設定 VLAN 主幹埠口 #####
SW3(config)#int gi0/1
SW3(config-if)#switchport mode trunk

##### 設定 VLAN 埠口 #####
SW3(config-if)#exit
SW3(config)#int fa0/1
SW3(config-if)#switchport access vlan 20
SW3(config-if)#exit
SW3(config)#int fa0/2
SW3(config-if)#switchport access vlan 30
```

```
SW3(config-if)#exit

##### 顯示各 VLAN 的成員埠口 #####

SW3(config)#do show vlan brief

....
10 Sales active
20 Managers active Fa0/1
30 Products active Fa0/2
....

## 儲存設定結果 ###

SW3#copy running-config startup-config
```

(D) 測試連線成果

(請匯入：多交換器網路_VLAN 設定.pkt)

- (1) 步驟 1：同一個 VLAN 網路(但跨越不同交換器)內是否可以連線。由 PC1 ping PC2，如下：(分別在 PC1、PC3、PC5 主機下操作)

- 於 PC1 下操作，ping PC2(192.168.1.2) 測試 VLAN 10 連線：

```
C:\>ping 192.168.1.2 [OK]
```

- 於 PC3 下操作，ping PC4(192.168.2.2) 測試 VLAN 20 連線：

```
C:\>ping 192.168.2.2 [OK]
```

- 於 PC5 下操作，ping PC6(192.168.3.2) 測試 VLAN 30 連線：

```
C:\>ping 192.168.3.2 [OK]
```

- (2) 步驟 2：不同 VLAN 網路之間是否可以連線。由 PC1 ping PC3 與由 PC1 ping PC6，如下：(在 PC1 主機下操作，ping PC3，同一交換器但不同 VLAN 網路)

```
C:\>ping 192.168.2.1 [連線不成功，表示沒經過路由器轉接無法成功]
```

```
C:\>ping 192.168.3.1 [連線不成功]
```

8-4-3 多交換器 VLAN 繞路設定

(A) 系統分析

(請匯入：多交換器網路_VLAN 設定+繞路_空白.pkt)

我們延伸圖 8-10 將使用具有繞路的功能，如圖 8-11 所示。我們增加了一個具有三個埠口的路由器，每一埠口負責一個 VLAN 的通道，並設定該 VLAN 的預設路由。

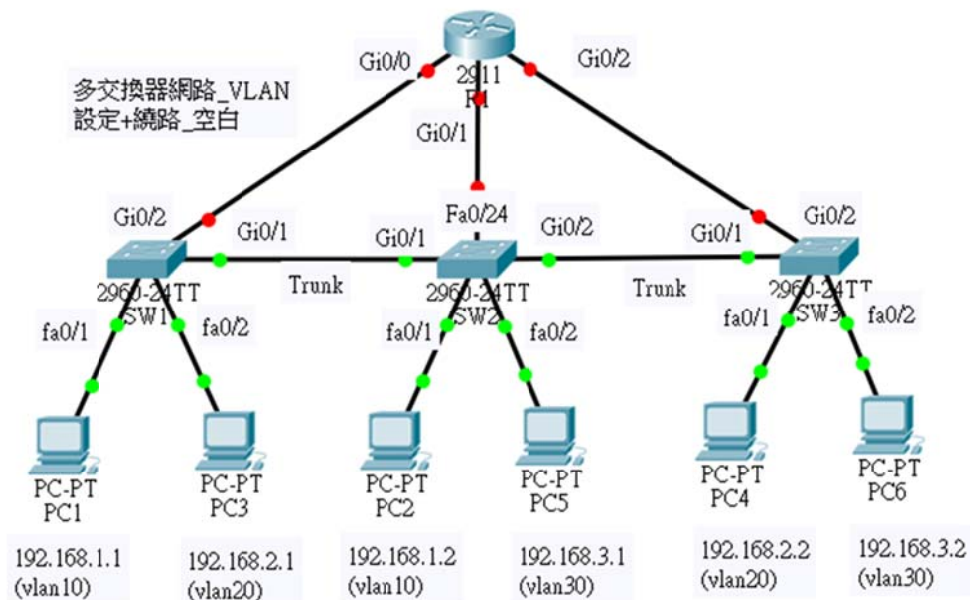


圖 8-12 具繞路功能的 VLAN 網路

(B) 網路規劃與建置

- (1) 設備：Cisco 2960 交換器三台(SW1 ~ SW3)、個人電腦 6 台 (PC1 ~ PC6)。
- (2) 路由器：Cisco 2911 一台，內建有 3 只 Gigabit Ethernet 卡，每只網路卡當作一個 VLAN 網路的預設路由。
- (3) 網路環境：(與圖 8-10 相同不用變更)

VLAN	網路區段	Gateway/DNS	IP (PC)	埠口(Switch)
Vlan10 (Sales)	192.168.1.0/24	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1=192.168.1.1	Fa0/1 (SW1)
			PC2=192.168.1.2	Fa0/1(SW2)
			R1(Gi0/0)=192.168.1.254	Gi0/2(SW1)
Vlan20 (managers)	192.168.2.0/24	192,168.2.254/ 168.95.1.1	PC3=192.168.2.1	Fa0/2(SW1)
			PC4=192.168.2.2	Fa0/1(SW3)

			R1(Gi0/1)=192.168.2.254	Fa0/24(SW2)
Vlan30 (Products)	192.168.3.0/24	192.168.3.254/ 168.95.1.1	PC5=192.168.3.1	Fa0/2(SW2)
			PC6=192.168.3.2	Fa0/2(SW3)
			R1(Gi0/2)=192.168.3.254	Gi0/2(SW3)

(4) 交換機環境規劃：

Switch no	VTP Mode	Trunk port
SW1	Server	Gi0/1=>Gi0/1(SW2)
SW2	Client	Gi0/1 => Gi0/1(SW1) Gi0/2 => Gi0/1(SW3)
SW3	Client	Gi0/1 => Gi02(SW2)
VTP Domain = CSU_MIS 、 Password = user		

(5) 路由器環境規劃：(新增)

Router	Router port	IP 位址	VLAN	Switch port
R1	Gi0/0	192.168.1.254	10	SW1(Gi0/1)
	Gi0/1	192.168.2.254	20	SW2(Fa0/24)
	Gi0/2	192.168.3.254	30	SW3(Gi0/2)

(C) 設定重點

- 交換器 SW1、SW2 與 SW3 設定重點：

- (1) 沿用圖 8-10 設定，VLAN 網路部分已設定完成，不用在變更。
- (2) 將交換器連結到路由器的埠口，加入相對應的 VLAN 網路。

- 路由器 R1 設定重點：

- (1) 每一埠口的 IP 位址，設定成一個 VLAN 網路的預設路由。
- (2) 啟動介面運作。

(D) 交換器設定

- (1) SW1 設定

```
SW1>en
SW1#config ter
SW1(config)#int gi0/2
SW1(config-if)#switchport access vlan 10
```

(2) SW2 設定

```
SW2>en
SW2#config ter
SW2(config)#int Fa0/24
SW2(config-if)#switchport access vlan 20
```

(3) SW3 設定

```
SW3>en
SW3#config ter
SW3(config)#int gi0/2
SW3(config-if)#switchport access vlan 30
```

(E) 路由器 R1 設定

```
R1>en
R1#config ter
R1(config)#int gi0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int gi0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int gi0/2
R1(config-if)#ip address 192.168.3.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#end
R1#show ip route
...
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.1.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.2.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
192.168.3.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
```

```
L 192.168.3.254/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
```

(F) 測試繞路功能

(請匯入：多交換器 VLAN 網路_VLAN 設定+路由器_完成.pkt)

(1) PC1(192.168.1.1)主機測試

```
C:\>ping 192.168.2.1    [OK]
C:\>ping 192.168.3.1    [OK]
```

(2) PC3(192.168.2.1)主機測試

```
C:\>ping 192.168.1.1    [OK]
C:\>ping 192.168.3.1    [OK]
```

(3) PC5(192.168.3.1)主機測試

```
C:\>ping 192.168.1.1    [OK]
C:\>ping 192.168.2.1    [OK]
```

8-4-4 多交換器 VLAN 單埠口繞路

依照我們實作的結果，在多交換器的 VLAN 環境底下，如果宣告 VTP Domain 再透過路由器子介面繞路的話，不容易成功(應該有其他方法，還未測試出來)。本範例如同 8-4-1 節規劃的 VLAN 環境，但不採用 VTP Domain 方式。也就是說，各交換器分別宣告相同的 Vlan id，再各自將埠口加入 Vlan id 網路內。其實相同 Vlan id 網路內還是可以互相通訊，跨接 Vlan id 網路之間繞路，才需仰賴路由器協助。在多交換器網路環境下也可以達成。

(A) 系統規劃

(請匯入：多交換器_VLAN+單埠口繞路_空白.pkt)

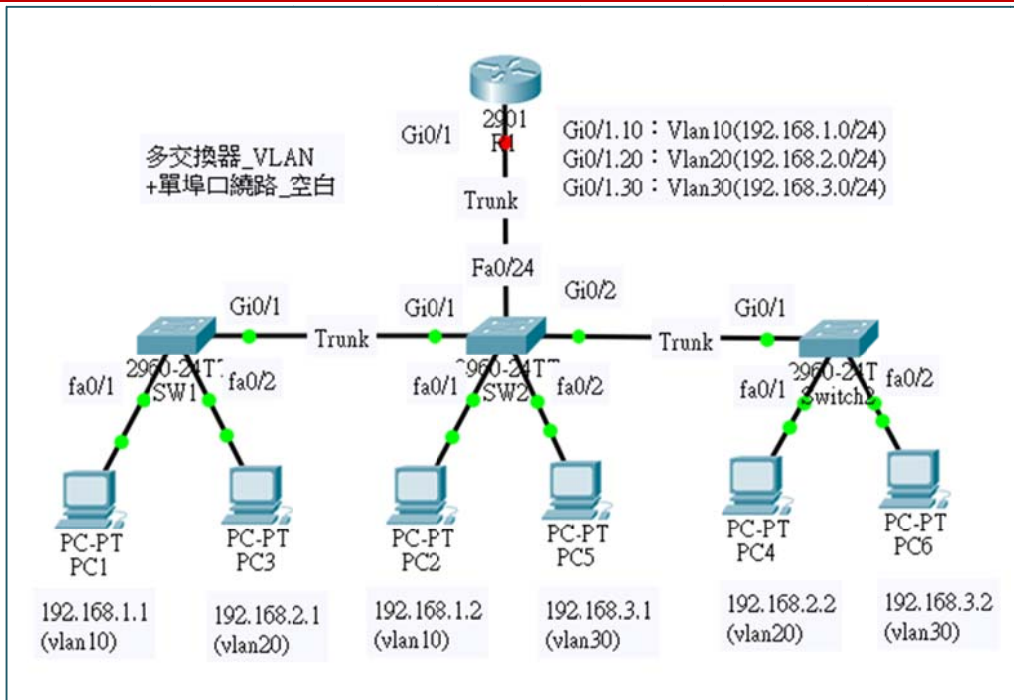


圖 8-13 單埠口多交換器繞路

(1) 設備：

- Cisco 2960 交換器三台(SW1 ~ SW3)、個人電腦 6 台 (PC1 ~ PC6)。
- Cisco 2911 路由器一台。

(2) VLAN 網路環境：

VLAN	網路區段	Gateway/DNS	IP (PC)	埠口(Switch)
Vlan10 (Sales)	192.168.1.0/24	192.168.1.254/ 168.95.1.1	PC1=192.168.1.1	Fa0/1 (SW1)
			PC2=192.168.1.2	Fa0/1(SW2)
Vlan20 (managers)	192.168.2.0/24	192,168.2.254/ 168.95.1.1	PC3=192.168.2.1	Fa0/2(SW1)
			PC4=192.168.2.2	Fa0/1(SW3)
Vlan30 (Products)	192.168.3.0/24	192.168.3.254/ 168.95.1.1	PC5=192.168.3.1	Fa0/2(SW2)
			PC6=192.168.3.2	Fa0/2(SW3)

(3) Trunk Port 規劃：

Switch no	Trunk port
SW1	Gi0/1=>Gi0/1(SW2)

SW2	Gi0/1 => Gi0/1(SW1) Gi0/2 => Gi0/1(SW3)
SW3	Gi0/1 => Gi0/2(SW2)

(3) 路由器 R1 規劃：

網路架構如圖 8-9 所示，路由器規劃如下：

Router	Router port	IP 位址	VLAN	Switch port
R1	Gi0/0	No address		SW2(Fa0/24) => trunk Mode
	Gi0/0.10	192.168.1.254	dot1q 10	
	Gi0/0.20	192.168.2.254	dot1q 20	
	Gi0/0.30	192.168.3.254	dot1q 30	

(C) 交換器設定

(1) 交換器 SW1 設定：

需增加 Vlan 10、20、30 網路，將 Gi0/1 埠宣告成 Trunk，再將 fa0/1 加入 Vlan 10，fa0/2 加入 Vlan 20，如下：

```

Sw1>en
Sw1#conf t
Sw1(config)#vlan 10
Sw1(config-vlan)#exit
Sw1(config)#vlan 20
Sw1(config-vlan)#exit
Sw1(config)#vlan 30
Sw1(config-vlan)#exit
Sw1(config)#int gi0/1
Sw1(config-if)#switchport mode trunk
Sw1(config-if)#int fa0/1
Sw1(config-if)#switchport access vlan 10
Sw1(config-if)#int fa0/2
Sw1(config-if)#switchport access vlan 20
Sw1(config-if)#exit
Sw1(config)#do show vlan brief

```

```
10 VLAN0010 active Fa0/1
20 VLAN0020 active Fa0/2
30 VLAN0030 active
```

(2) 交換器 SW2 設定：

需增加 Vlan 10、20、30 網路，將 Gi0/1、Gi0/2 與 Fa0/24 等埠口宣告成 Trunk，再將 fa0/1 加入 Vlan 10，fa0/2 加入 Vlan 30，如下：

```
SW2>en
SW2#config ter
SW2(config)#vlan 10
SW2(config-vlan)#exit
SW2(config)#vlan 20
SW2(config-vlan)#exit
SW2(config)#vlan 30
SW2(config-vlan)#exit
SW2(config)#int gi0/1
SW2(config-if)#switchport mode trunk
SW2(config-if)#int gi0/2
SW2(config-if)#switchport mode trunk
SW2(config-if)#int fa0/24
SW2(config-if)#switchport mode trunk
SW2(config-if)#int fa0/1
SW2(config-if)#switchport access vlan 10
SW2(config-if)#int fa0/2
SW2(config-if)#switchport access vlan 30
SW2(config-if)#exit
SW2(config)#do show vlan brief
...
10 VLAN0010 active Fa0/1
20 VLAN0020 active
30 VLAN0030 active Fa0/2
```

(3) 交換器 SW3 設定：

需增加 Vlan 10、20、30 網路，將 Gi0/1 埠口宣告成 Trunk，再將 fa0/1 加入 Vlan 20，fa0/2 加入 Vlan 30，如下：

```
SW3>en
SW3#config ter
SW3(config)#vlan 10
```



```
SW3(config-vlan)#exit
SW3(config)#vlan 20
SW3(config-vlan)#exit
SW3(config)#vlan 30
SW3(config-vlan)#exit
SW3(config)#int gi0/1
SW3(config-if)#switchport mode trunk
SW3(config-if)#int fa0/1
SW3(config-if)#switchport access vlan 20
SW3(config-if)#int fa0/2
SW3(config-if)#switchport access vlan 30
SW3(config-if)#exit
SW3(config)#do show vlan brief
...
10 VLAN0010 active
20 VLAN0020 active Fa0/1
30 VLAN0030 active Fa0/2
```

(B) 路由器設定

連接到交換器的埠口是 Gi0/0，須將它分割成三個子介面，再分別設定 IP 位址，如下：

```
R1#config ter
R1(config)#int gi0/1
R1(config-if)#no ip address
R1(config-if)#int gi0/1.10
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 10
R1(config-subif)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-subif)#int gi0/1.20
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 20
R1(config-subif)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R1(config-subif)#int gi0/1.30
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 30
R1(config-subif)#ip address 192.168.3.254 255.255.255.0
R1(config-subif)#exit
R1(config)#int gi0/1
R1(config-if)#no shutdown
```

(D) 繞路測試：(請匯入：多交換器網路_VLAN 設定+單埠口繞路_完成.pkt)

■ PC1(192.168.1.1) ping PC3 (192.168.2.1) [OK]

■ PC4(192.168.2.2) ping PC2 (192.168.1.2) [OK]