



Chapter 5

電信網路信令協定

Telecommunication Signaling Protocol

課程目標

- 我們從日常所使用的有線電話——公眾電話交換網路（PSTN）開始，瞭解電信網路是如何建立通話通道，與如何傳送控制信號。
- 在電信系統中，專門用於傳送控制信號的系統稱為信令系統（signaling system），而最常見的信令系統為第七號信令系統（Signaling System Number 7，SS7），它提供電話交換機間控制信號傳送的管道，是電信公司能夠提供像建立電話這樣許多服務的基礎。
- 這個章節將會對SS7網路的元件、架構、協定與運作的方式做詳細的說明。

章節目錄

- 公眾電話交換網路簡介
- 第七號信令系統
- 第七號信令系統元件與鏈結
- 第七號信令系統的訊息
- 個人通訊服務網路的信令協定
- 公眾電話交換網路與個人通訊服務網路的互動
- 結語
- 作業

Section 5.1

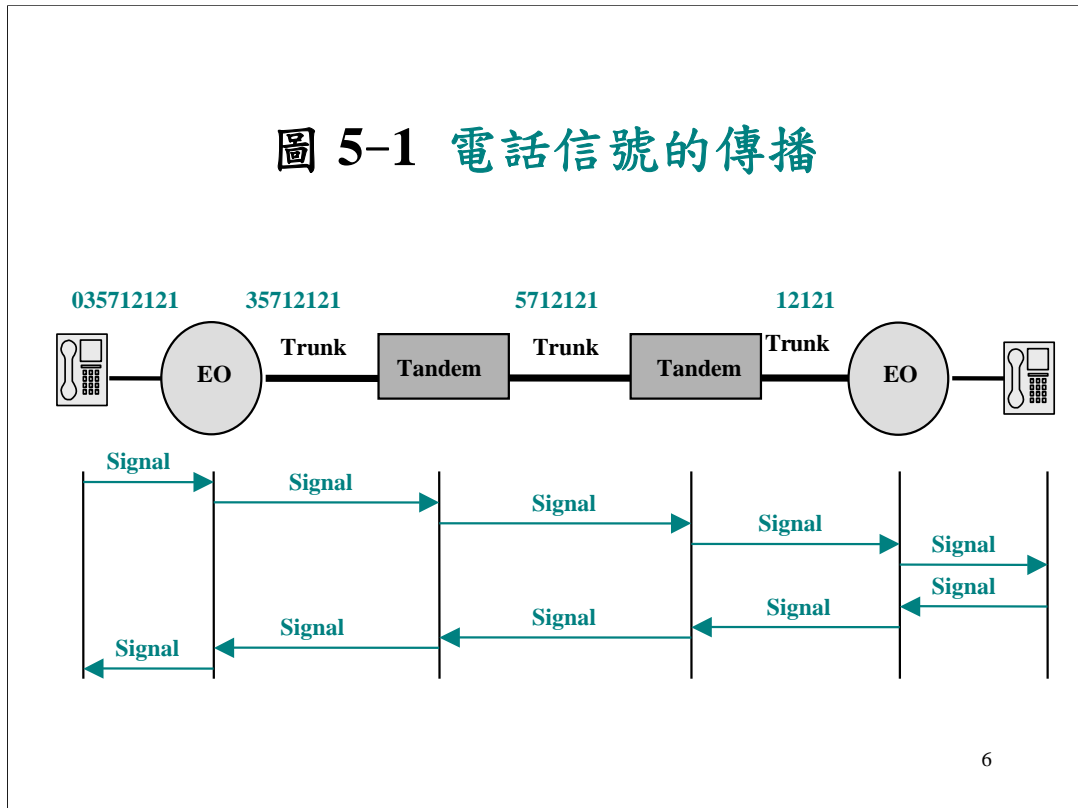
公眾電話交換網路簡介

PSTN Overview

PSTN 簡介

- PSTN：為提供基本的電話服務所建立的通訊網路。
- 採用專屬的線路通道傳送語音資料，被稱為是**電路式交換**（circuit-switched）的方式。
- 固定載送64kbps的語音資料量給對方，因此在PSTN上可享有良好的通話品質。
- 然而除了傳送語音外，還需要傳送**控制信號**（signal）到中間各個交換機，以控制它們來建立通話連結。

圖 5-1 電話信號的傳播

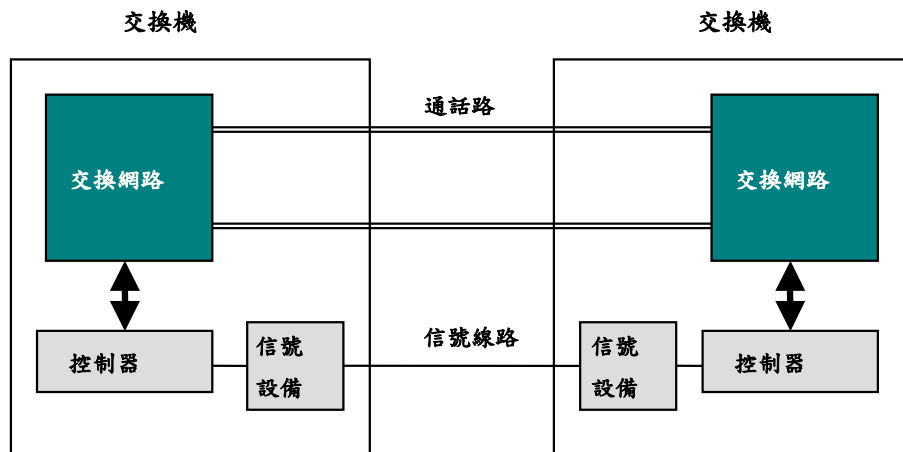


•我們拿起電話（off hook）時，會先聽到撥號音（dial tone），接著按下並送出電話號碼（dial digits），在等待對方接電話時會有嘟嘟聲（ring-back tone）。這就是交換機間互送信令後產生的結果。

信令系統 (signaling system)

- 電話網路上專門負責信號傳送與運作的系統，就是所謂的**信令系統**。
- 共同通道信令 (Common Channel Signaling, CCS) 是指一種信令系統。
 - 使用數位設備來傳送語音與信令。
 - 信令資訊是放在獨立的時槽 (timeslot) 中，或者是獨立的通道中傳送。
 - 信令自成一個獨立的系統，也不會受到必須與語音搶線路的限制，運作上更有彈性。
 - 例如SS7。

圖 5-2 CCS示意圖



Section 5.2

第七號信令系統

Signaling System Number 7 , SS7

SS7 的介紹 (1/2)

- 1970年中期，CCITT設計了一套數位化信令系統，稱為第六號信令系統（Signaling System Number 6，SS6）。
 - 以專屬的數據通訊網路來傳送信令。
- 在1980年又發表了SS7。
 - 做為智慧型網路（Intelligent Network，IN）的骨幹，發展需要存取資料庫的新服務，提供像是0800免付費電話（toll-free calling）的功能。
 - 之後SS7才開始提供電話建立的功能，再進而提供更廣泛的加值服務。

10

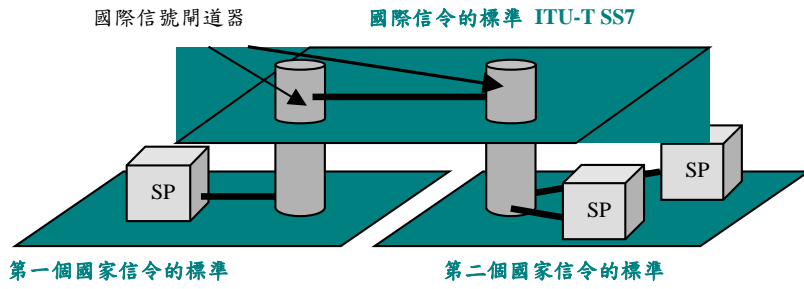
•例如：顯示發話端號碼（Caller Line Identification Present，CLIP）、號碼可攜性（number portability）等加值服務。

SS7 的介紹 (2/2)

➤ SS7的特點

- 以分封交換網路 (packet-switched network) 來傳送以訊息為基礎 (message-based) 的信令。
 - 採用協定堆疊的架構。
 - 採用的很有彈性且非常可靠的網路拓樸 (network topology) 來建設SS7網路。
- 為了配合各國需求，SS7有各種版本。如ANSI與Bellcore的SS7就與ITU的SS7不盡相同。
- 各國PSTN與PCS網路大都採用SS7。
 - 以 ITU 的版本做為互通的方式。

圖 5-3 各個SS7網路間互連的方式



SS7 協定堆疊

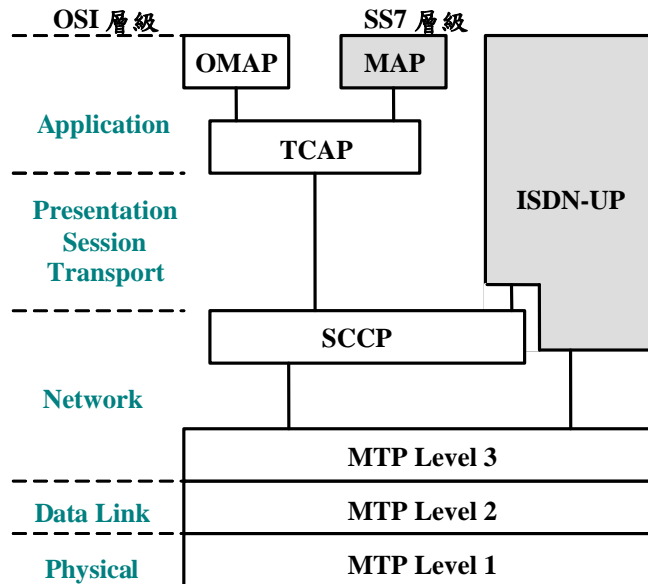
➤ SS7協定包括以下數個協定：

- MTP，Message Transfer Part 訊息轉送部
- ISUP，ISDN User Part 整體服務數位網路用戶部
- SCCP，Signaling Connection Control Part 信號連接控制部
- TCAP，Transaction Capability Application Part 信息交易應用部
- MAP，Mobile Application Part 行動電話應用部
- OMAP，Operation Maintenance Administration Part 營運維護管理部

13

•基本上，底下MTP三層是提供信號傳送的功能，ISUP負責電話的建立與終止，其餘圖上的各個協定都是屬於像是查詢資料庫這樣，與電話的建立終止無關的協定。

圖 5-4 SS7 協定堆疊



MTP (1/2)

- MTP是SS7協定堆疊中最下面的三個層級，稱為MTP1、MTP2與MTP3。
- MTP的目的是幫忙上層的協定，將SS7訊息由發送端正確的轉送到目的地。
- MTP1提供兩個相鄰節點間傳送信號的承載實體（bearer）的設定，定義電氣與功能特性，例如傳輸速率（bit rate）等。

15

•MTP3,2,1 分別對應到OSI中的最下面三層：network layer、data link layer、以及physical layer。

MTP (2/2)

- MTP2藉由MTP1建立的載送實體，建立相鄰兩個元件間的鏈結（link）以傳送訊息，功能包括錯誤的偵錯與更正。
 - 每一筆資料稱為一個信號單元（signal unit）。
- MTP3負責將訊息轉送到下一個節點。
 - 每一筆資料稱為訊息信號單元（Message Signal Unit，MSU）
 - MTP3會分辨傳送的訊息是否是自己的訊號。若是自己的訊號則送往上層。如果不是，則依據訊息中的目的地地址，查出應該對應到那一條對外的信令鏈結（signaling link），將其轉送到適當的元件。 16

ISUP

- ISUP 都是建立電話通話語音線路時的交換機間控制的信令。
 - 與電話線路相關的信令（circuit-related signaling）
 - ISUP 訊息是在各個交換機間相互傳遞的訊息，用來建立通話（call setup）或結束通話（teardown）。
- 在電信系統中，建立電話的速度非常重要，因此ISUP的訊號比其他協定有更強烈時間控制上的需求。
- 在5.4節有更詳細的說明。

17

• ISUP是為服務ISDN應用而發展出來的。

SCCP

- SCCP的目標是達成有效率的路由工作，幫忙轉送與電話線路無關的資訊。
 - 與電話線路無關的信令（non-circuit-related signaling）。
 - 其他服務所用到的信令，例如要詢問資料庫進行電話號碼的轉換、PCS網路上手機的註冊與取消註冊，或查詢用戶資料與網路管理。
- 使用MTP3只能在同一個營運網路下互傳資料，對於需要在兩個網路實體間傳送的訊息，需要SCCP提供在MTP之上的定址方式。

18

•SCCP位於OSI第3、4層

GTT (Global Title Translation)

- 具有SCCP功能的交換機可以提供資訊的轉換，找出下一站的網路節點，最終傳送訊號給對方，這種定址方式稱為全域標題翻譯(GTT)。
- 例如在PSTN上的電話撥出一個手機號碼，原先處理這通電話的交換機沒有足夠的能力可以找出手機的所在地，所以要利用GTT的功能以相關的資訊（即手機電話號碼）去找出負責此手機的資料庫，查詢資料庫以找出正確的目的地位置。

TCAP

- TCAP提供兩端節點之最上層應用間，在訊息交易（transaction）與操作程序（procedure）上的管理。
- TCAP是在建立、管理每一筆交易的過程，服務上層以達到特定的服務。
- 例如像是0800免費電話服務、信用卡服務、操作及維護的應用，這些屬於與電話線路建立或終止無關的訊息的傳送，都是架在TCAP之上。

MAP

- MAP是TCAP上層的應用層，處理與行動電話相關的應用服務。
- 例如IS-41與 GSM MAP都是屬於這層中的應用協定。

OMAP

- OMAP是TCAP上層的應用層，負責網管的功能。

Section 5.3

第七號信令系統元件與鏈結

Components and Links of SS7

SS7網路

- 為了傳送SS7的信號，專門處理SS7信號的網路實體，就形成所謂的SS7網路
- SS7網路上的節點被稱為信令點（signaling point，SP）。每一個SS7的節點都會分配到一個在自己網路內是獨一無二的號碼，稱為點碼（point code）。
- 每個節點對外以數條信令鏈結與相鄰的節點連結。這些鏈結的編號稱為信令鏈結碼（Signaling Link Code，SLC）。

SS7網路的節點 (1/2)

- 服務交換點 (Service Switching Point, SSP)
 - SSP的角色就像是交換機，例如可以是tandem或end office，負責電話的建立與終止，連接起用戶間的trunk，也負責收集與產生計費的資料。
 - SSP有與SS7網路溝通的機制，會把在語音線路上的控制信號轉換成SS7信令訊息，透過SS7網路送到其他元件處理。

SS7網路的節點 (2/2)

- 信號轉送點 (Signal Transfer Point, STP)
 - STP是一種特殊的交換機，專門轉送SS7信號，像是一個路由器 (router)。
 - 為了系統可靠度的需求，STP都是成對出現，稱為STP pair。
- 服務控制點 (Service Control Point, SCP)
 - SCP連接提供服務的軟體與資料庫，以提供更多的功能。

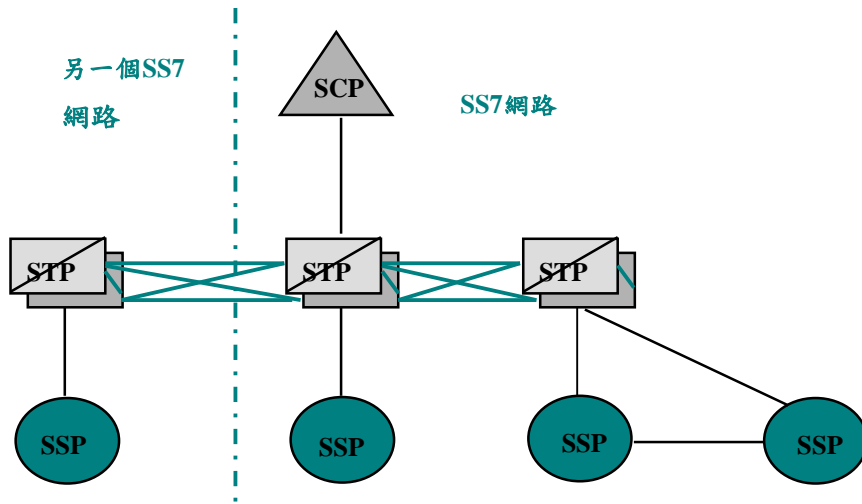
0800 免付費電話的範例

- SSP接到一通撥打免付費電話號碼的信號時，SSP必須將電話號碼取出，轉成SS7的訊息以詢問真正的電話號碼。
- SSP將詢問資料庫的訊息交給STP，由STP繞送到處理此資料庫的SCP上。
- SCP從資料庫找到真正的目的地（另一個普通的電話），便將目的地位址送回SSP，這時才真正去建立電話連線。

典型的 SS7 網路的連結

- 兩個SSP間傳送信令的路徑不可以直接相連，一定要透過STP pair。
- 2組STP pairs間，都是以full connected方式連接，以確保SS7網路的強韌性（robustness）。
- 多出的鏈結雖能用於分擔負載，但決不會超過45%的負荷，以確保單一鏈結可在無壅塞的情況下完成工作。

圖 5-5 SS7 網路上的節點與連結



典型電信網路 (1/2)

- 圖5-6是典型電信網路使用SS7的方式，分成語音傳輸與控制兩個部份。
- 下半部語音傳輸的部份
 - 電話電路經由許多SSP連結起來。
 - 這些SSP分為Class 5的交換機與Class 4的交換機。
 - Class 4的交換機只與交換機相連。
 - Class 5的交換機則可直接連到用戶端。

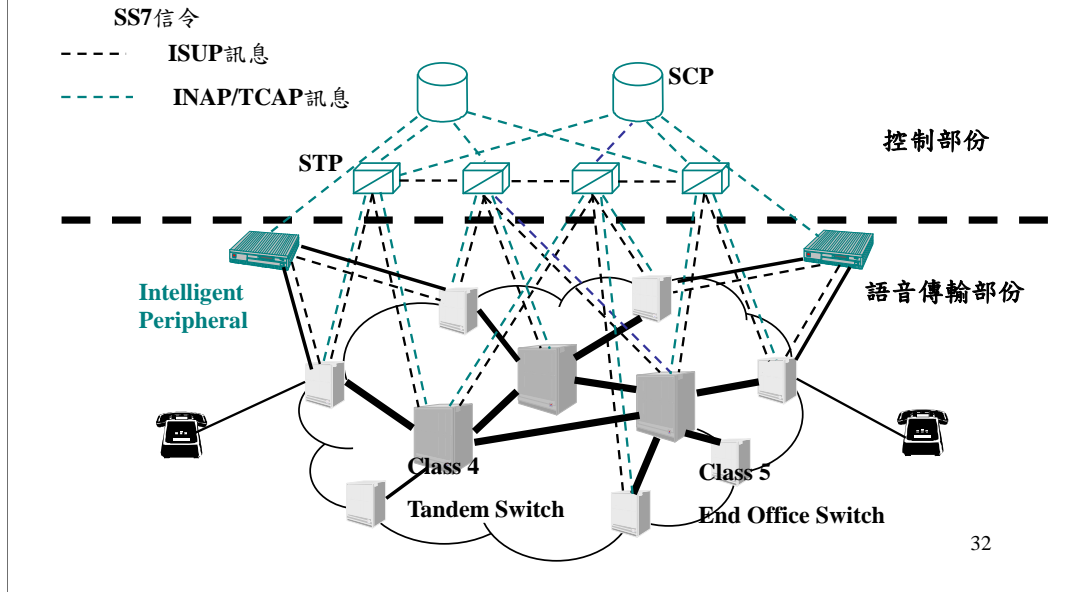
典型電信網路 (2/2)

- 上半部控制部份是一個SS7網路。
 - 負責一般通話控制的SS7 ISUP信令，僅會透過SS7網路中的STP pair，在發話端交換機與受話端交換機之間傳送，並控制SSP的運作建立起語音的trunk。
 - 當通話需要查詢SCP時，就會用到INAP這一個SS7應用層的協定，達成IN的服務。
 - 如果需要電腦播放聲音的功能，SCP此時就會要求智慧型周邊設備（Intelligent Peripheral，IP）播放語音給SSP再傳送到用戶電話上，或是同時偵測發話端的按鍵，並將按鍵結果回傳給SCP，用來決定該項服務的進行。

31

- 由於IP是受到SCP控制而處理語音的元件，因此被放在下半部語音傳輸的部份。

圖 5-6 典型的電信網路

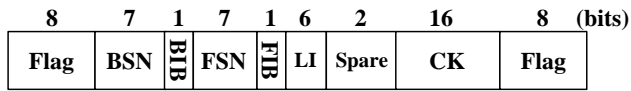


Section 5.4
第七號信令系統的訊息
SS7 Messages

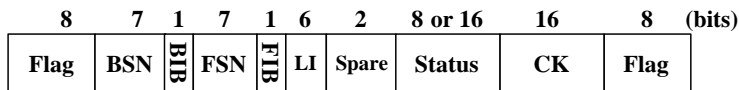
信號單元

- 在SS7網路上傳送的封包稱為信號單元（signal unit，SU），可分成三大類：
 - 在MTP2用於網管的**LSSU**（Link Status Signal Unit）
 - ✓LSSU用於兩個相鄰節點間載送鏈結狀況的資訊。
 - 在MTP2用於網管的訊息**FISU**（Fill-In Signal Unit）
 - ✓FISU用於測試對方是否有依序收到自己傳送的訊息，也可檢查傳送中是否發生位元錯誤。
 - 會往上層MTP3送的**MSU**（Message Signal Unit）
 - ✓MSU多了一個彈性的空間封裝來自上層通訊協定的資料。

圖 5-7 MTP信號



(a) Fill-in Signal Unit (FISU)
 First bit transmitted



(b) Link Status Signal Unit (LSSU)



(c) Message Signal Unit (MSU)

圖 5-8 包含SCCP訊息的MSU (ITU)

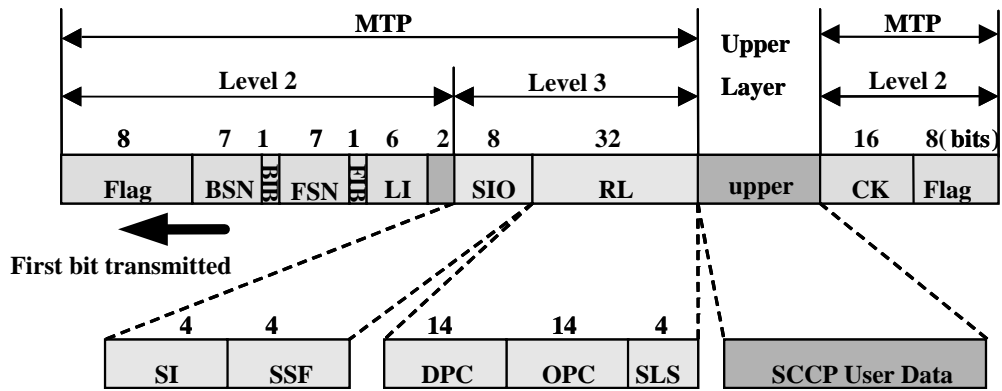
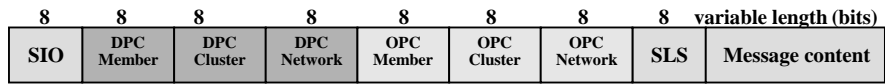


圖 5-9 MTP3 層的信號，ANSI 與 ITU-T MSU 的比較



←
First bit transmitted (a) ANSI MSU



←
First bit transmitted (b) ITU MSU

ISUP 訊息 (1/2)

- 若MSU中SI=5，就是ISUP的訊息。
- 常見的ISUP訊息：
 - **IAM** (Initial Address Message) 是用於嘗試與對方建立起通話線路的訊息。
 - **ACM** (Address Complete) 表示到對方的路徑可以導通，送回振鈴 (alert)，表示可以真正把trunk接起來。
 - **ANM** (Answer Message) 表示受話端已接起電話。
 - **REL** (Release) 表示要結束電話連線。

38

•ISUP 訊息是在各個交換機間相互傳遞的訊息，用來建立通話 (call setup) 或結束通話 (teardown)。

ISUP 訊息 (2/2)

➤ 常見的ISUP訊息：

- **RLC** (Release Complete) 表示trunk已進入閒置 (idle) 狀態。
- **COT** (Continuity Message) 表示trunk測試成功或失敗的訊息。
- **EXM** (Exit Message) 只用於與另一個網路間互動。當收到對方網路送來的**IAM**時，回應**EXM**讓對方安心。避免因跨網路運作的延遲造成計時器逾期使建立通話的過程中斷。
- **SUS** (Suspend Message) 表示暫時地終止通話，而非真正的結束。

39

圖 5-10 電話建立通話的過程

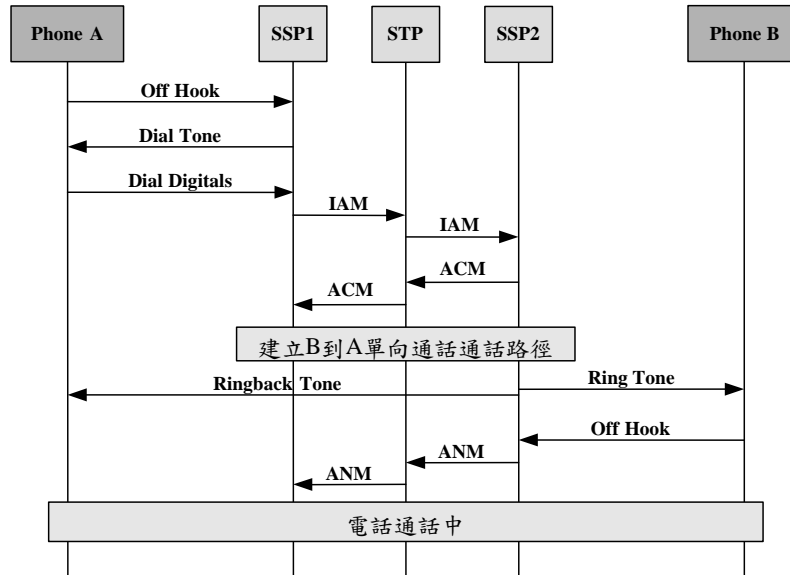
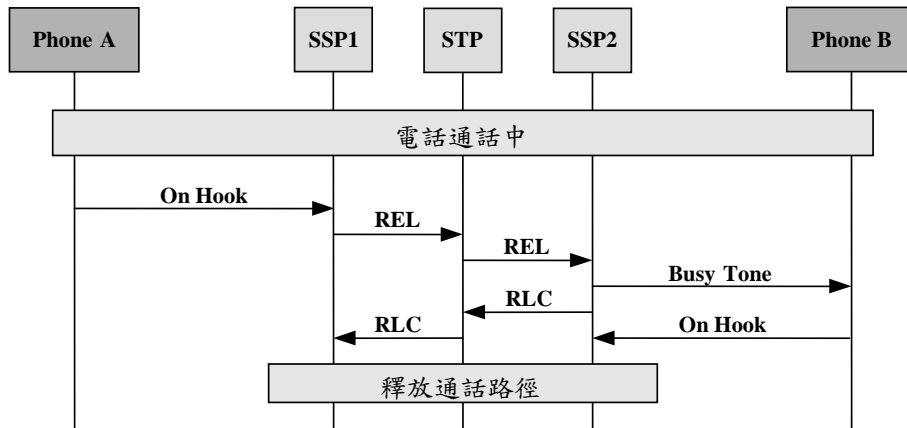


圖 5-11 結束通話的過程



Section 5.5

個人通訊服務網路的信令協定

Signaling Protocol of PCS Network

PCS 的信令系統

- PCS的信令系統在網路各個元件間（如MS、BSC、MSC、VLR與HLR之間）傳遞。
 - 例如手機位置追蹤，查詢HLR或VLR等資料庫的任務。
- GSM核心網路各個元件間的溝通，便是在SS7網路上，再加上自有的GSM MAP，負責行動管理與電話管理等工作。
- AMPS、IS-136、IS-95後端的核心網路為SS7網路與其上的IS-41。

Section 5.6

公眾電話交換網路與個人通訊服務網路的互動

Interworking between PSTN and PCS Network

PCS 與 PSTN 的連接方式

- 右側的PCS網路擁有自己的SS7網路
 - HLR會與SCP相連。
 - STP做為繞送訊息的路由器角色，通常STP會直接架在SSP上。
 - 在PCS網路上的SSP負責電話線路建立，就是MSC。
- 互通電話的範例
 - PSTN打電話給PCS手機
 - PCS手機打電話給一般PSTN有線電話

圖 5-12 PCS 與 PSTN 連結方式

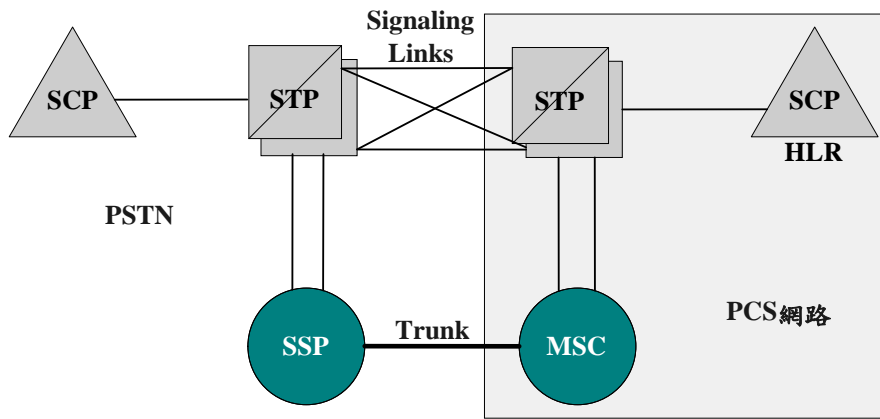


圖 5-13 PSTN 用戶電話給 PCS Network 用戶

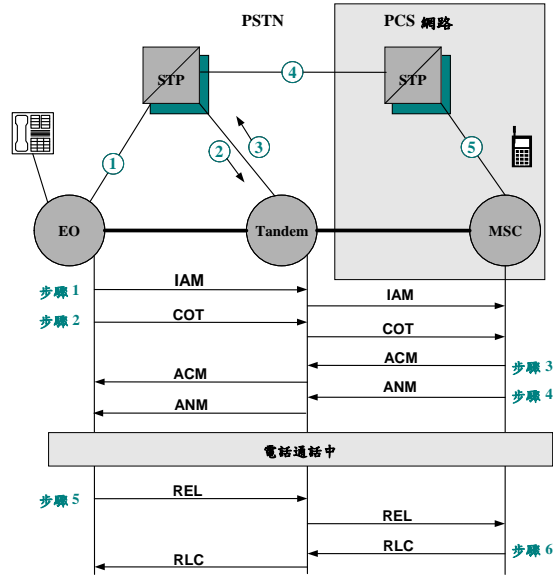
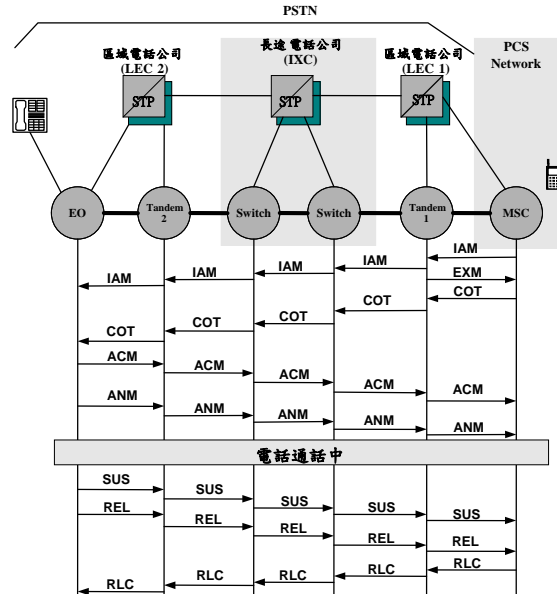


圖 5-14 PCS Network用戶電話給 PSTN 用戶



Section 5.7

結語

Summary

Summary

- SS7是大多數電信業者在核心網路上所採用的信令系統。透過各個SS7網路間的互動，使得電話公司間，不管是PCS業者、PSTN業者的用戶，都可以與對方相通。
- SS7對於行動電話系統扮演非常重要的角色。行動電話系統的核心網路，必須與PSTN互動，必須提供HLR、VLR等資料庫查詢手機位置的功能，必須控制交遞的進行。

Homework

➤ Problems