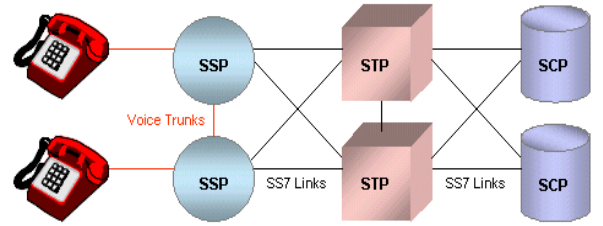


Historique

- Signalisation voie par voie analogique : Partage des ressources entre signalisation et données réalisée par des JONCTEURS
 - ◆ Faible utilisation des ressources
 - ◆ Coût des joncteurs
 - ◆ On ne peut pas envoyer de la SIG et des DONNEES
- Numérisation du cœur de réseau : possibilité de signalisation voie par voie numérique, inefficace.
- Distinction :
 - ◆ Signalisation associée circuit : ensemble des messages relatifs à un « circuit »
 - ◆ Signalisation non-associée circuit : exemple réseau de mobiles ou numéros verts

3

Réseau Sémaphore



- ◆ SSP : Serving Switching Points (PS)
- ◆ STP : Signal Transfer Points
- ◆ SCP : Service Control Points ~ Interface Base de données
 - ✦ bases de données d'un réseau mobile
 - ✦ mise en place de numéros 800
 - ✦ base de données des gestions d'appels, état des liens

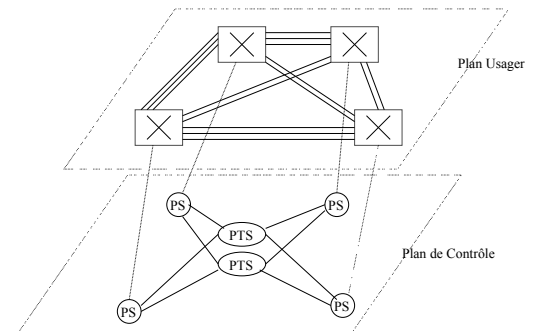
6

Plan Général

- Introduction et Motivations
- Protocoles et Architecture
- Conclusion

2

Réseau Sémaphore



5



Signalisation et Télécoms Système de signalisation n°7 SS7

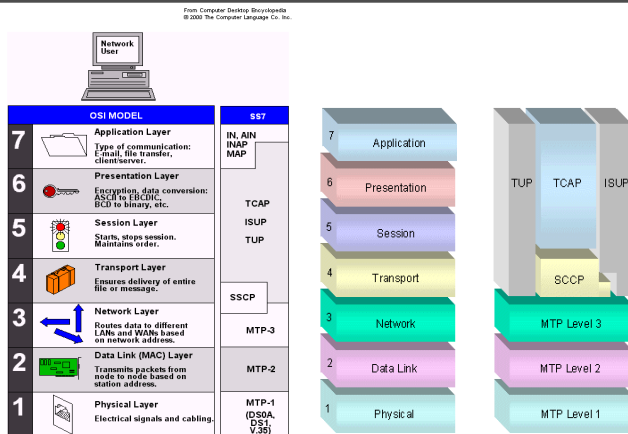
André-Luc BEYLOT
ENSEEIH
Département Sciences du Numérique

Historique

- Signalisation en mode associé :
 - ◆ lien physique de signalisation entre les commutateurs reliés par des faisceaux directs.
 - ◆ Par exemple : un canal de signalisation partagé en mode paquet pour chaque groupe de jonctions
 - ◆ Première solution déployée : 1987-1988
- Signalisation en mode quasi-associé :
 - ◆ Mise en place d'un réseau commuté de transmission de données par paquet
 - ◆ Echanges de messages entre extrémités : Points Sémaphores en passant par des commutateurs de messages : Points de Transfert Sémaphore

4

Architecture Protocolaire SS7



Echange de Messages

Trames de types HDLC



BSN : Numéro de Séquence Arrière, BIB : Bit d'indication Arrière
 FSN, FIB : idem trame envoyée
 FIB : change à chaque fois qu'il y a retransmission d'une trame
 LI = valeur de n en binaire
 SIF : champ d'information de signalisation
 Délimitation + Transparence (insertion de 0)

12

Architecture du SS7

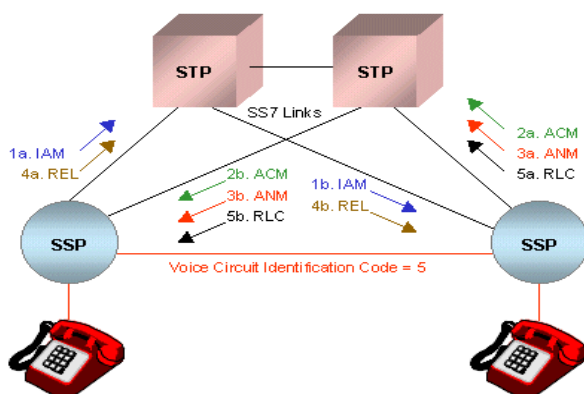
- 2 sous-ensembles
 - Sous-Système de Transfert de Message
 - Transport de Messages de Signalisation entre 2 points de sig
 - Normalisation des 3 premières couches
 - Sous-Systèmes Utilisateurs
 - Utilise les services fournis par le SSTM
 - Plusieurs sous-systèmes : données, téléphonique, utilisateur RNIS, connexion de signalisation (échange de données entre points sémaphores), ...
- ATTENTION : Il faut bien distinguer
 - La signalisation n°7 qui reste sous le contrôle du traitement d'appel situé dans les commutateurs téléphoniques qui n'appartient pas au réseau sémaphore
 - Le réseau sémaphore n°7 qui transporte de manière fiable les messages de signalisation

SSTM

- Objectifs
 - Transfert info de sig. entre 2 points d'un réseau télécoms
 - bonne disponibilité et fiabilité (99.999% du temps)
 - Respect ordre relatif ($< 10^{-10}$) sans perte ($< 10^{-7}$) ni duplication
 - Taux d'erreur résiduel $\sim 10^{-10}$
- Couche Physique :
 - définit la liaison utilisée l'information de signalisation
- Couche Liaison de Données :
 - HDLC, mode de numérotation étendue
- Couche Réseau :
 - Sécurisation (défaillance durable) entre points sémaphores
 - Plusieurs liaisons utilisées en partage de charge
 - Basculement, réacheminement

11

Signalisation SS7

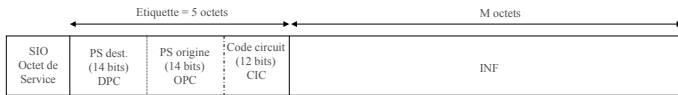


Architecture Protocolaire

- MTP 1 : couche physique
- MTP 2 : couche liaison de données à la HDLC
- Message Transfer Part 3 (MTP3)
 - Gestion du réseau
 - routing / distribution messages
- Signaling Connection Control Point (SCCP) - niveau 3
 - Supporte des communications avec ou sans connexions
 - permet le multiplexage
- ISDN User Part (ISUP)
 - Messages de contrôle des appels entre nœuds SS7
 - Traduit les messages Q.931 en messages SS7
- Telephone User Part (TUP)
 - Téléphonie: raccordement analogique (en France SSUTR2)
- Transaction Capabilities Application Part (TCAP)
 - Exemple d'utilisation : support au transfert des n° 800¹⁰

Niveau 3

- **Sécurisation des liaisons de signalisation**
 - ◆ En cas de taux d'erreur trop élevé : liaison mise hors service
 - ◆ Basculement sur voie de réserve
- Pour mettre en place une connexion, le « message » de demande de connexion peut éventuellement utiliser un chemin plus long que la connexion elle-même



15

SCCP

- SCCP offre 4 classes de service :
 - ◆ Sans connexion sans garantie de séquençement
 - ◆ Sans connexion avec garantie de séquençement (en utilisant garantie MTP-3)
 - ◆ Avec connexion sans contrôle de flux
 - ◆ Avec connexion et contrôle de flux
- !! Primitives de services de niveau 3 : N_CONNECT.request
- TCAP utilise la classe 0
- Pour les échanges contrôleurs de station de base <=> switches on utilisera le mode connecté

18

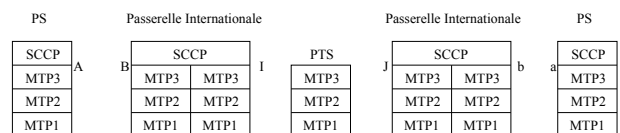
Niveau 2 : (Suite)

- Contrairement à HDLC
 - ◆ En l'absence de messages utilisateurs : envoi régulier de trames d'états de la liaison de signalisation
 - ◆ Pas de procédure d'ouverture/fermeture de connexion
 - ◆ Le champ LI permet de distinguer 2 types de trames
- LI = 0 : trames de remplissage
- LI = 1 ou 2 : trames d'état du canal
 - ◆ Contiennent un octet de données SF : Status Field
 - ◆ 3 bits permettent de gérer l'état du lien
 - ◆ Alignement, surveillance du taux d'erreur, contrôle de flux
- LI < 63 : trames de données de longueur LI
- LI = 63 : trames de données de longueur >= 63

14

SCCP

- Limitations de MTP-3
 - ◆ Adressage national des PS
 - ◆ Les messages font référence à des circuits
- SCCP utilise une adresse de longueur variable contenant
 - ◆ Un numéro de sous-système = appli. Utilisant SCCP
 - ◆ une appellation globale typiquement un numéro de téléphone inexploitable en l'état par MTP
- SCCP contient une fonction de traduction pour déterminer le PS (ou les PS successifs jusqu'à destination)



17

Niveau 2 : (Suite)

- Détection par FCS (2 octets : $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$)
- Correction :
 - ◆ Méthode de base : BIB ; demande de retransmission explicite (convient lorsque temps d'aller/retour faible)
 - ✦ Chaque trame est explicitement acquittée
 - ✦ Reçue correctement: BIB = FIB de la trame que l'on acquitte
 - ✦ Erreur : BIB = FIB
 - ◆ Répétition cyclique préventive (utiles pour liaisons satellites).
 - ✦ N'utilise que les accusés de réception positifs,
 - ✦ retransmission régulière des trames non encore acquittées
 - ✦ Tant qu'on n'a pas de nouvelles trames à émettre

13

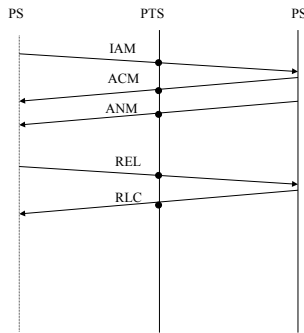
Niveau 3

- SIO = SI (Service Indicator) + SSF (SubService Field)
 - ◆ SI = Gestion du réseau sémaphore, SCCP, TUP, ISUP
 - ◆ SSF : International, National, Local
- Les messages relatifs à un appel suivent le même chemin
- L'étiquette ~ numéro de Circuit Virtuel
- CIC déterminé par l'appli. Comporte un champ SLS : Signaling Link Selection qui correspond au choix du chemin
- Partage de charge
- Gestion du réseau sémaphore
 - ◆ Gestion des routes
 - ◆ Gestion du trafic
 - ◆ Gestion des canaux
- ⇒ Essais et Maintenance

16

ISUP

- Spécifie messages échangés et protocole de mise en place/fermeture des cnxs voix et données sur un réseau public commuté.



21

ISUP: Pas à Pas

- 5.A la réception du message REL, le PS de destination
 - ◆ Déconnecte le circuit
 - ◆ Le remet dans l'état libre
 - ◆ Envoie un message ISUP release complete message (RLC) au PS d'origine (5a) pour accusé réception de la fin de connexion et de la libération du circuit.
- Quand le commutateur d'origine reçoit (ou génère) le message RLC (5b) :
- ◆ il arrête la facturation
 - ◆ Relâche le circuit.

24

TCAP

- TCAP : Transaction Capability Application Part est un protocole transactionnel qui correspond à l'Elément de Service d'Application (ASE) de l'OSI : ROSE (Remote Operation Service Element)
- Contient une sous-couche transaction :
 - ◆ Equivalent d'une session au-dessus de SCCP
 - ◆ TC_Begin; TC_Continue; TC_Abort; TC_End.
- + une sous-couche composant :
 - ◆ Emet des requêtes/réponses successives
 - ◆ Invoke, Return result (last/not last), Return Error, Reject

20

ISUP: Pas à pas

- 3. Quand l'utilisateur décroche, le PS de destination :
 - ◆ Arrête la sonnerie
 - ◆ Envoie un message ISUP answer message (ANM) au commutateur d'origine via son point de transfert sémaphore (3a).

Le PTS route le message ANM vers le commutateur d'origine (3b) qui vérifie que la ligne de l'appelant est bien connecté au canal réservé et commence la facturation.
- 4. Si l'appelant raccroche en premier :
 - ◆ Le point sémaphore d'origine envoie un message ISUP release message (REL) pour relâcher le circuit entre les commutateurs (4a). Le PTS route le message REL vers le commutateur de destination (4b).
 - ◆ Sinon, le PS envoie un message REL au commutateur d'origine en indiquant la raison de la fin de connexion (e.g., fin normale ou occupé).

23

TCAP

- TCAP permet le déploiement des services du réseau intelligent en permettant les échanges d'informations entre les PS et les SCP.
- PS utilisent TCAP pour effectuer des requêtes auprès des SCP pour déterminer les numéros de téléphones associés à des numéros 800 ou des numéros courts.
- Quand un utilisateur mobile change de localisation, des échanges doivent s'opérer entre les bases de données temporaires (VLR) et permanente (HLR) sans faire référence à des appels téléphoniques. Le protocole applicatif MAP utilise TCAP.

19

ISUP: pas à pas

- 1. Le PS d'origine envoie un message ISUP initial address message (IAM) pour réserver un circuit disponible du CAA de départ au CAA d'arrivée. IAM contient:
 - ◆ Originating point code (OPC)
 - ◆ Destination point code (DPC)
 - ◆ le code CIC et de façon optionnelle le nom et le numéro de l'appelant.
- 2. Le PS de destination :
 - ◆ Examine le numéro de téléphone vérifie qu'il dessert ce numéro et que la ligne est libre
 - ◆ Transmet un message ISUP address complete message (ACM) vers le commutateur d'origine (2a) pour indiquer qu'un circuit a été réservé.
 - ◆ Sonne sur la ligne de l'appelé
 - ◆ Le PTS route le message ACM au commutateur d'origine (2b) qui prévient l'appelant et "connecte" au faisceau pour terminer le circuit de voix de l'appelant vers l'appelé.

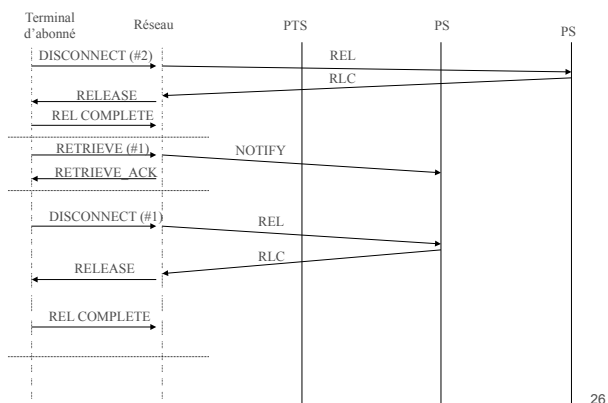
22

Conclusion

- Mise en place du réseau sémaphore et du SS7 a permis
 - ◆ Distinction données/signalisation
 - ◆ Fiabilité
 - ◆ Evolution des services sur une architecture existante
 - ◆ Réseau Intelligent
- Mais : lourdeur des protocoles et des architectures

27

Exemple - double appel (2/2)



Exemple - double appel (1/2)

