

LEC: 4 Telephone system structure

Using Grok to explain the lecture as a story

كان يا مكان، من زمان أوي في أواخر القرن التاسع عشر، الناس اخترعوا التليفون عشان يتكلموا مع بعض من غير ما يسافروا أو يتحركوا من بيوتهم. في الأول، الدنيا كانت بسيطة جدًا، التليفونات كانت بتشتغل بنظام اسمه "POTS"، يعني النظام التليفوني القديم، وكان كل حاجة فيه تناظرية (Analog)، يعني الصوت بيروح زي ما هو من خلال أسلاك نحاس.

وكان POTS جزء من شبكة كبيرة اسمها "PSTN"، أو الشبكة التليفونية العامة المحولة (Public Switched Telephone Network). الـ PSTN دي كانت زي شبكة عنكبوت عملاقة بتربط كل تليفونات العالم ببعض، وكانت بتستخدم نظام اسمه "Circuit Switching"، يعني لما تكلمي حد، النظام بيعمل خط مخصص بينك وبينه طول ما المكالمة شغالة، زي ما تكوني حاجة طريق خاص بيكي ومحدث يقدر يستخدمه غيرك لحد ما تخلصي

الـ [telephone network] PSTN دي كانت بتتكون من 3 حاجات رئيسي::

- **Local Loops:** دي الأسلاك النحاس الملففة اللي بتربط تليفونك بأقرب مكتب تليفونات، وكانت بتشتغل للصوت على تردد صغير (4000 هرتز).
- **Trunks:** دي زي الطرق السريعة بين مكاتب التليفونات، بيستخدموا فيها ألياف بصرية أو أقمار صناعية عشان توصل آلاف المكالمات مرة واحدة.
- **Switching Offices:** دي المكاتب اللي بتحول المكالمات من عندك لعند اللي بتكلمه، وفيها مستويات زي مكاتب صغيرة (End Offices)، ومكاتب وسط (Tandem)، ومكاتب كبيرة (Regional).

الناس كانوا مبسوطين إنهم بقوا يتكلموا مع بعض بسهولة، لكن مع الوقت قالوا: "طب ليه ما نستخدمش التليفونات دي في حاجة تانية زي الإنترنت؟" فبدأوا يجربوا حاجة اسمها "Dial-up Modems"، ودي كانت أجهزة صغيرة بتحطيتها جنب التليفون، بتستخدم السلك بتاعه عشان تبعتي بيانات للإنترنت. بس المشكلة إنها كانت بطيئة جدًا، يعني لو

عايزة تنزلي أغنية، ممكن تستنتي ساعة، وكمان كانت بتعمل صوت "زرزر-زرزر" لما تشتغل، ولو حد اتصل بيكي وانتي متصلة بالإنترنت، الخط يقطع!

الشركات شافت إن الـ Dial-up ده مش عملي، فقالوا: "لازم نلاقي حاجة أسرع!" فاخترعوا حاجة اسمها "DSL"، ودي كانت زي السوبرمان بتاع الإنترنت. الـ DSL بيستخدم نفس الأسلاك النحاس بتاعة التليفون، لكن بيشتغل على ترددات أعلى بكثير (لغاية 1.1 ميگاهرتز)، فبقى يجيب سرعات أحسن بكثير. فيه أنواع من الـ DSL زي:

- **ADSL:** ده للبيوت، التحميل فيه أسرع من الرفع (مثلاً 6 ميغا تحميل و640 كيلو رفع).

- **VDSL:** أسرع بكثير (لغاية 55 ميغا)، بس لازم تكوني قريبة من مكتب التليفونات.

- **HDSL وSDSL:** دول للشركات، السرعة فيهم متساوية في الاتجاهين.

والـ ADSL ده كان ذكي جداً، زي ما الصورة الأولى بتقول "ADSL is an adaptive technology. The system uses a data rate based on the condition of the local loop line." يعني بمعنى إن الـ ADSL بيص على حالة السلك بتاعك، لو السلك كويس ونضيف، هيديكي سرعة عالية، ولو السلك قديم أو بعيد، هيعدل السرعة عشان تشتغل من غير مشاكل. يعني زي ما تكوني بتسوقي عربية، لو الطريق ممهد هتسرعي، ولو فيه مطبات هتبطئي شوية.

الـ DSL ده كان بيحتاج جهازين: واحد عندك في البيت اسمه "ADSL Modem"، والثاني في مكتب التليفونات اسمه "DSLAM"، ودول بيوصلوا الصوت عن البيانات عشان تقدري تتكلمي وتتصفح في نفس الوقت.

بعدين، الناس قالوا: "طب ليه ما نستخدمش الإنترنت نفسه عشان نكلم بعض بدل الـ PSTN؟" فطلعوا بفكرة اسمها "VoIP"، يعني الصوت عبر الإنترنت (Voice over IP). الـ VoIP ده كان مختلف عن الـ PSTN، لأنه مش بيستخدم الـ Circuit Switching، لأ، ده بيستخدم حاجة اسمها "Packet Switching" يعني بدل ما يحجز لك طريق مخصص زي الـ PSTN، الـ VoIP بياخد صوتك، يقسمه لقطع صغيرة زي الرسائل (Packets)، وييعتها على الإنترنت، كل قطعة بتمشي في طريق مختلف، وبعدين بتتركب تاني عند اللي بتكلميه. زي ما تكوني بتبعني رسائل واتساب، القطع بتوصل بسرعة وتركب مع بعض عشان تسمعيه. الـ VoIP ده بقى مشهور جداً

في برامج زي سكايب وواتساب وفايبر، وكان أرخص بكثير من المكالمات العادية على الـ PSTN.

وبعدين، عشان ينظموا الدنيا، قسموا أمريكا مثلاً لمناطق اسمها "LATAS" لو بتكلم حد في نفس المنطقة، ده اسمه "Intra-LATA" وبتديره شركة محلية (LEC) لو بتكلم برا المنطقة، ده "Inter-LATA" وبتديره شركات المسافات الطويلة (IXCs).

الخدمات دي كلها، سواء الـ PSTN أو الـ VoIP كانت بتشتغل في مناطق معينة اسمها "LATAs"، ودي زي مدن صغيرة أو كبيرة بتكون تحت إدارة شركة تليفونات. فيه شركات بتدير الخدمات جوا المنطقة دي، ودول بيتقسموا لنوعين:

- (Incumbent Local Exchange Carrier) **ILEC** دي الشركة الأم، اللي بتملك الأسلاك بتاعة التليفونات من زمان، يعني هي اللي بنت كل حاجة من الأول.
- (Competitive Local Exchange Carrier) **CLEC** دول بقى الشركات الجديدة اللي دخلوا السوق بعدين، بيستأجروا الأسلاك من الـ ILEC ويوفروا خدماتهم هما كمان، عشان يكون فيه منافسة.

الخدمات جوا المنطقة دي بتتسمى "Intra-LATA"، يعني لو بتكلمي حد في نفس المنطقة، الـ ILEC أو الـ CLEC هما اللي بيديروا المكالمات دي. لكن لو عايزة تكلمي حد برا المنطقة، هنا بيدخلوا شركات تانية اسمها "IXCs"، ودول بيديروا المكالمات البعيدة.

كل ده كان بيشتغل بسلاسة بفضل حاجة اسمها "SS7 Protocols"، ودي زي العقل المدبر بتاع الشبكة. الصورة التانية بتقول "ILEC, CLEC, SS7 protocols are integral to the system." يعني الـ SS7 دي جزء أساسي في النظام، بتدير كل حاجة تخص المكالمات، زي إنها تقول للنظام: "يا شبكة، وصلي المكالمات دي من فلان لفلان، وخلي بالك من الخط!" الـ SS7 دي بتشبه نظام الإنترنت، فيها طبقات زي:

MTP Level 1: T1 (سرعة 1.5 ميغا)

MTP Level 2: بتحط البيانات في حزم صغيرة وبتتأكد إن مفيش أخطاء .

MTP Level 3: بتوجه البيانات من مكان لمكان .

SCCP: بتدير خدمات زي معالجة المكالمات .

ISUP و TCAP بيضبطوا المكالمات الصوتية وخدمات زي الـ ISDN.

TUP : لإدارة المكالمات الهاتفية

في الآخر، التليفونات بقت مش بس للكلام، لكن كمان للإنترنت، وكل يوم بيتطوروا أكثر
عشان يخلّوا حياتنا أسهل!

الى بالاحمر عنوان و الاصفر الدلالة عليه

و الصور ك رسم مطلوبة

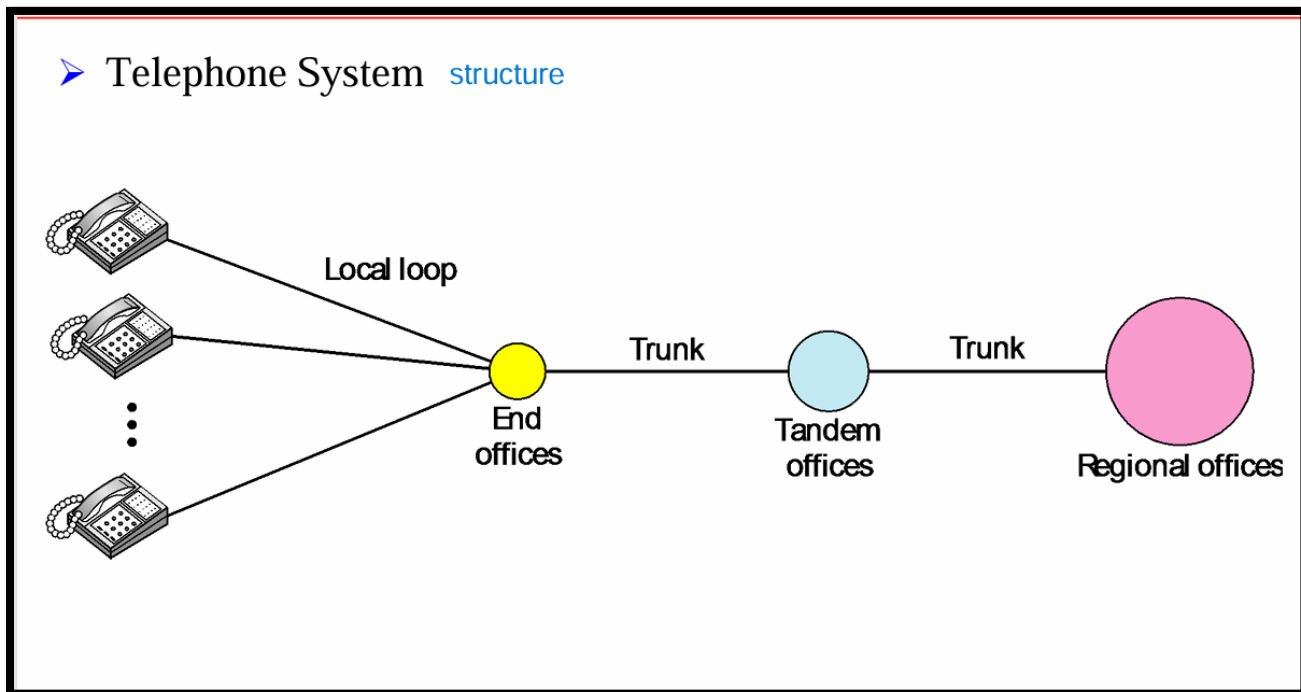
اخر محاضرة الدكتور ركز على رسمة , LATA

telephone network 3 components

و قال إن جزء النظري في الامتحان فيه رسم

لكن هل كله رسم و لا ، الله اعلم

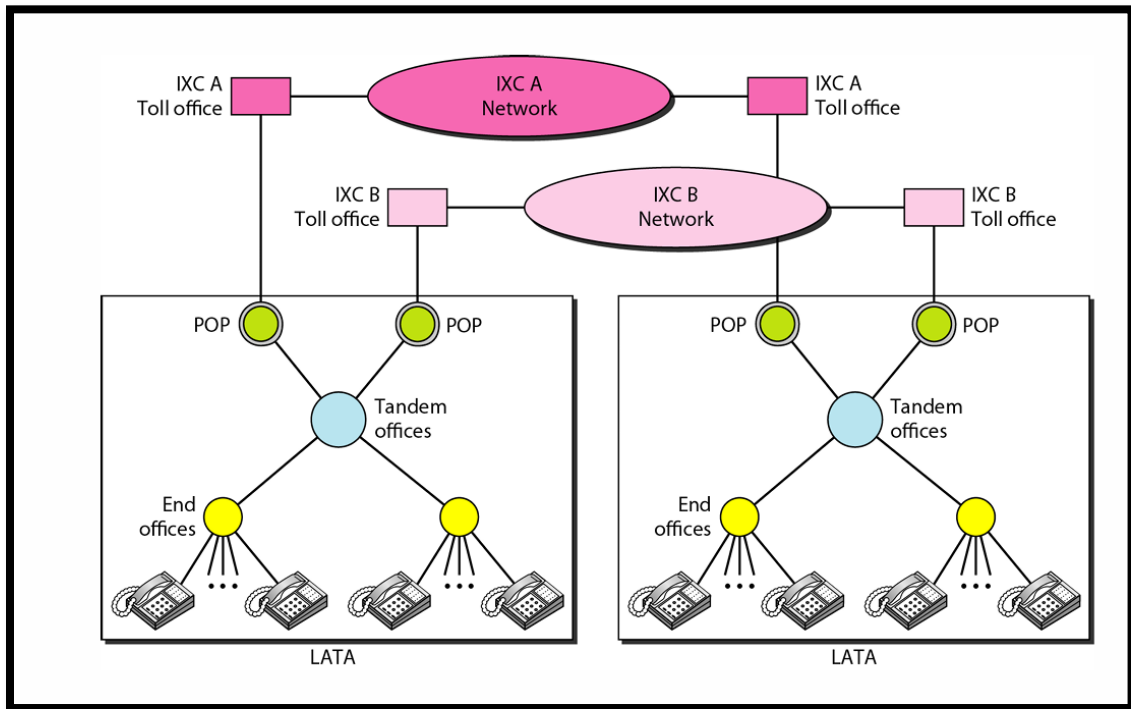
- **The Public Switched Telephone [PSTN]** : consists of switches at centralized points on the network, which act as nodes for communication between any point and any other point on the network
- **(PSTN) uses circuit-switched telephony**
- **plain old telephone system (POTS)** use **circuit switching** and was originally an analog system **using analog signals** to transmit Digital Logic Design
- **Voice over Internet Protocol (VoIP)** uses **packet-switched telephony**
- What are the **three major components of a telephone network / system?**
 1. Local loops
 2. Trunks
 3. Switching offices. [**Q**: The telephone network has **several levels of switching offices** such as **end offices, tandem offices, and regional offices.**]



- **Local loop** : a twisted-pair cable that connects the subscriber telephone to the nearest end office or local central office.
 - 4000 bandwidth for voice
 - Telephone number consists of :
 - first 3 nums : refer to end office number
 - second 4 nums : refer to local loop number
- **Trunks** : transmission media [(fiber optics or satellite)] that handle the communication between offices.
 - Use Multiplexing to handle the huge number of connections.
- **Switching Offices** : A switch connects several local loops or trunks and allows a connection between different subscribers

- **LATAs** : a small or large metropolitan area

LATA system

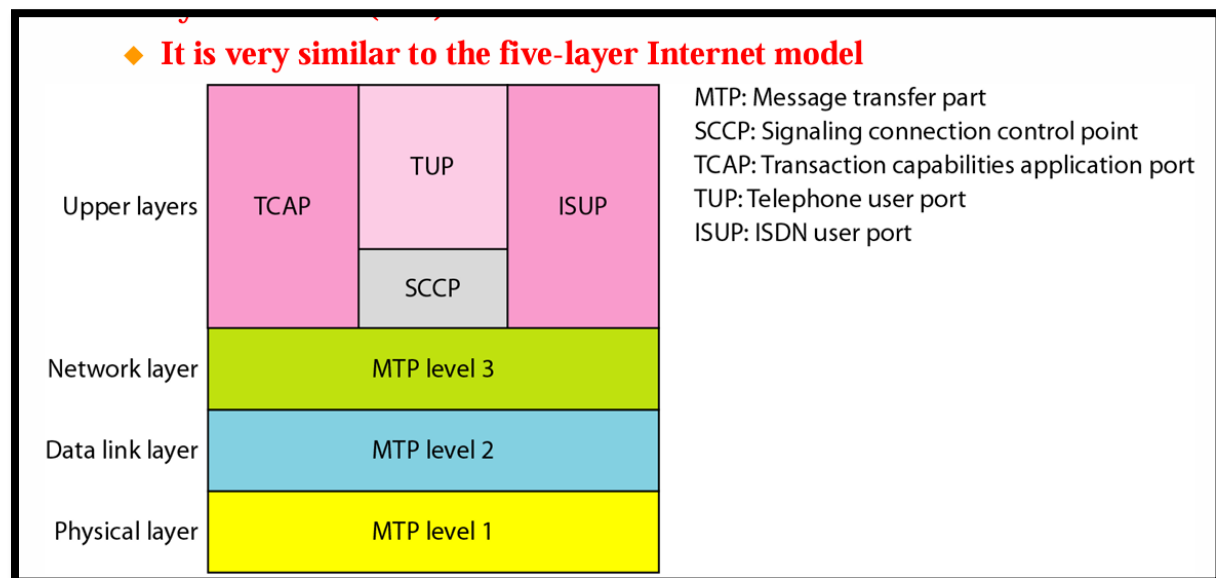


- **intra-LATA services** : The services offered **inside** a LATA offered by **local exchange carrier [LEC]**
- intra-LATA services were offered by one single carrier but later , more than one carrier could provide services inside a LATA. One called the **incumbent local exchange carrier (ILEC)**. And The new carriers are called **competitive local exchange carriers (CLECs)**.
 - **incumbent local exchange carrier (ILEC)**: **own the cabling system** [local loops]
- **interexchange carriers (IXCs)** : offer services **between LATAs** .
- **Point of presences (POPs)** :A subscriber who needs to make a connection with another subscriber is **connected first** to an **end switch** and then, either directly or through a tandem switch, **to a POP**.

The tasks of data transfer and signaling are separated in modern telephone networks: data transfer is done by one network, signaling by another.

SS7 It's evolved from voice-only [signals]

- **Signaling System Seven (SS7):** protocol that is used in the **signaling network/Services**.



- **Physical Layer:** MTP Level 1 uses several physical layer specifications such as **T-1** (1.544 Mbps) and **DCa** (64 kbps).
- **Data Link Layer:** MTP Level 2 provides typical data link layer services such as **packetizing**, and **CRC for error checking**.
- **Network Layer:** MTP Level 3 provides **end-to-end [ip]** connectivity **by using the datagram approach** to switching.
- **Transport Layer:** The signaling connection control point (**SCCP**) is used for special **services such as call processing**.
- **Upper Layers:** TUP, TCAP, and ISUP

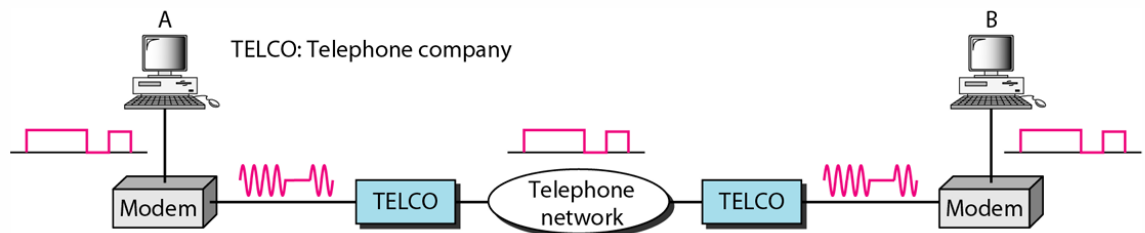
- Telephone user port (TUP) is responsible for setting up voice calls.

Internet Access via Telephone Lines

Dial-UP Modems X DSL

- **DIAL-UP MODEMS** – carry frequencies between 300 and 3300 Hz,
 - a bandwidth of 3000 Hz for transmitting voice
 - a bandwidth of 2400 Hz for transmitting Data [Q : Dial-up modems use part of the bandwidth of the local loop to transfer data.]
- Modem stands for [Modulator / Demodulator]
- The latest dial-up modems use the V-series standards by ITU such as V.32 and V.32 ,V.34, V.90, V.92.

➤ *Modulation/demodulation*



DSL

- Although dial-up modems still exist in many places all over the world, telephone companies developed another technology DSL [Digital subscriber line] to provide higher-speed access to the Internet.
- In DSL, Bandwidth is up to 1.1MHz:



The existing local loops can handle bandwidths up to 1.1 MHz.

- referred to as xDSL, where x can be replaced by
 - A [ADSL] : Adaptive
 - V [VDSL]
 - H [HDSL]
 - S [SDSL]

Adaptive DSL

[Q :]DSL uses ADSL modem at the customer/User site.

And using DSL access multiplexer (DSLAM) at the telephone company site.

ADSL is an asymmetric communication technology designed for residential users; it is not suitable for businesses.

So , called adaptive

*ADSL is an adaptive technology.
The system uses a data rate
based on the condition of
the local loop line.*

- [**Q**: Telephone companies provide **two types of services**: **analog and digital**.]