



# شبکه های خبراتی

سید حمید صفوی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه محقق اردبیلی

نیمسال دوم ۹۷-۹۸

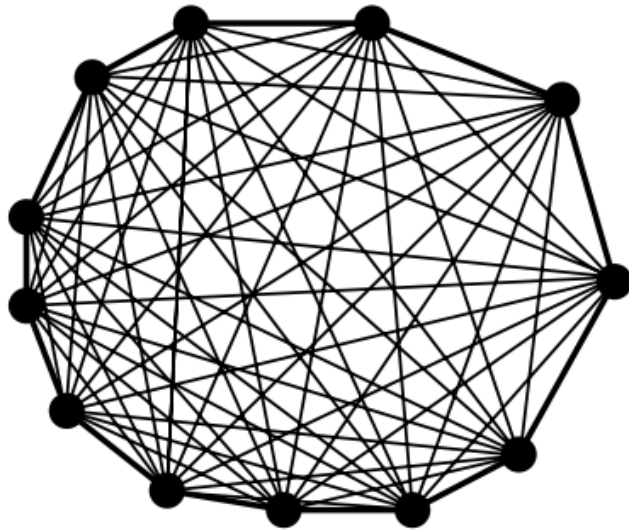
# شبکه تلفن ثابت، ADSL و FTTH



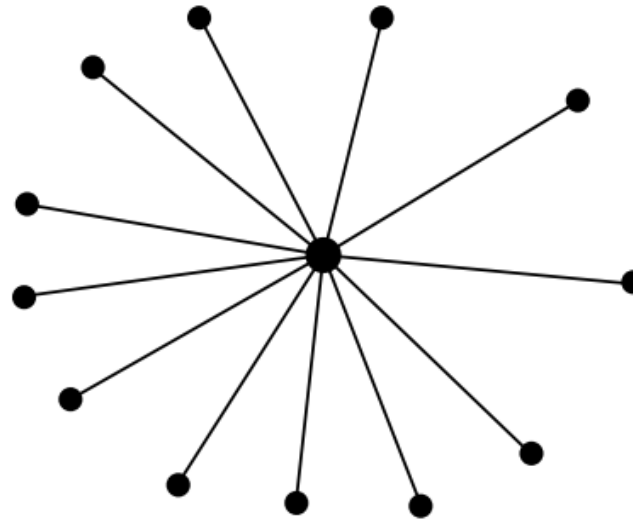


# شبکه تلفن ثابت

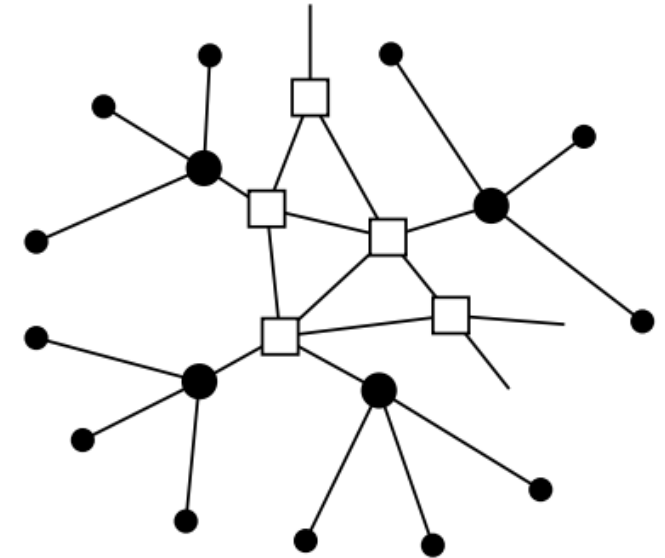
## Public Switched Telephone Network (PSTN)



(a) Fully interconnected network.



(b) Centralized switch.

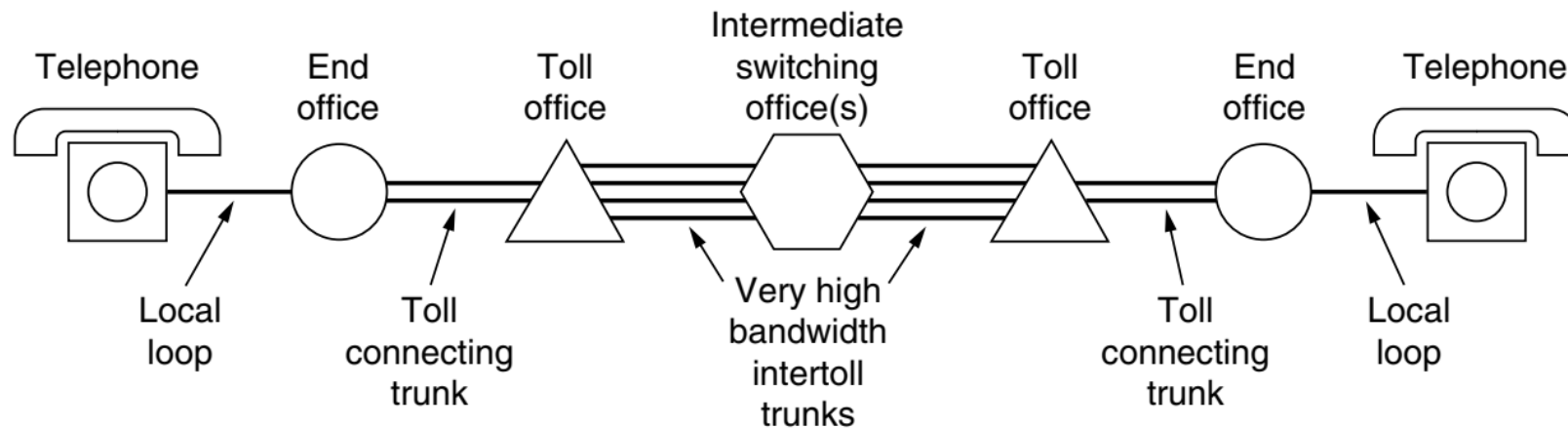


(c) Two-level hierarchy.

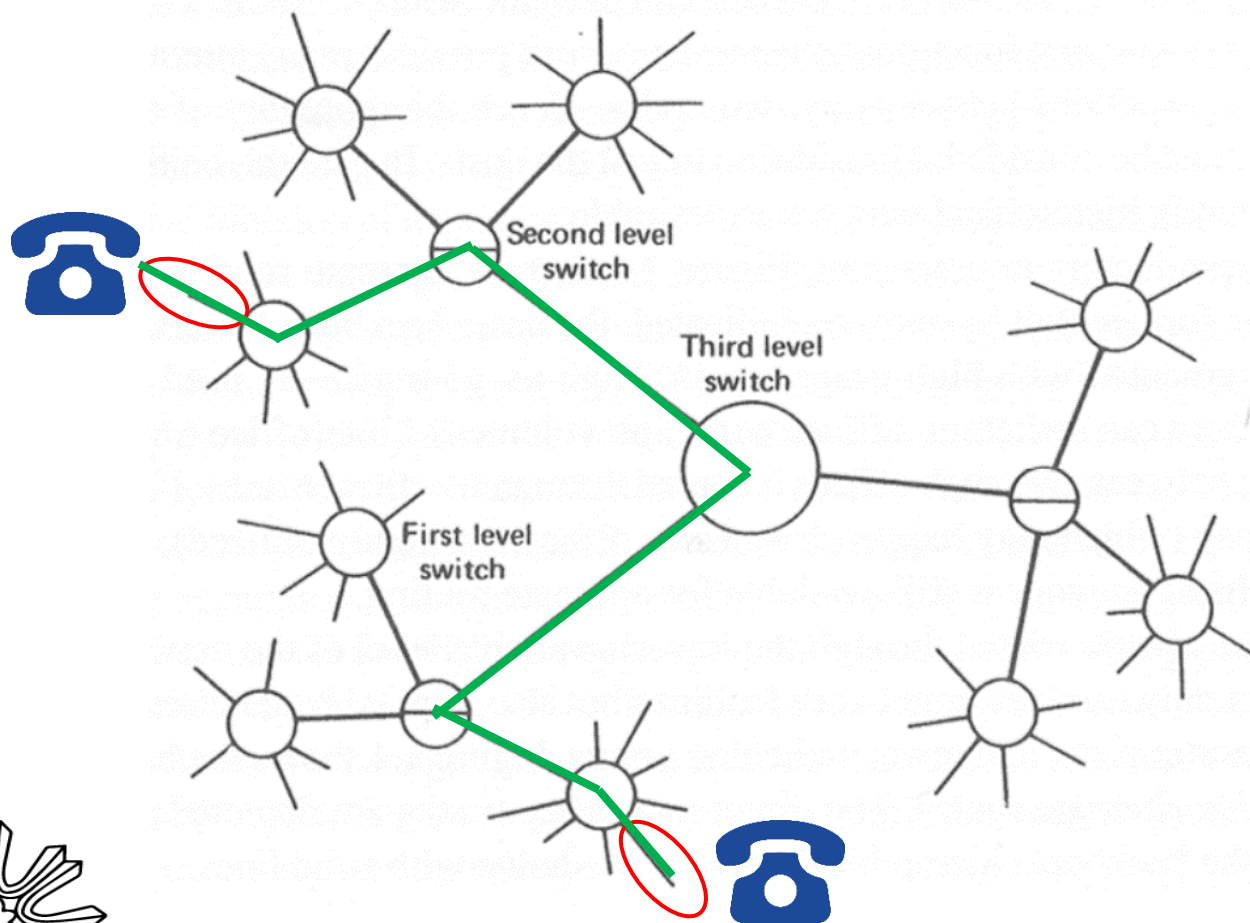
# شبکه تلفن ثابت

## Public Switched Telephone Network (PSTN)

1. Local loops (analog twisted pairs going to houses and businesses)
2. Switching offices (where calls are moved from one trunk to another)
3. Trunks (digital fiber optic links connecting the switching offices)



# سوئیچ سلسله مراتبی: مثال سه لایه‌ای



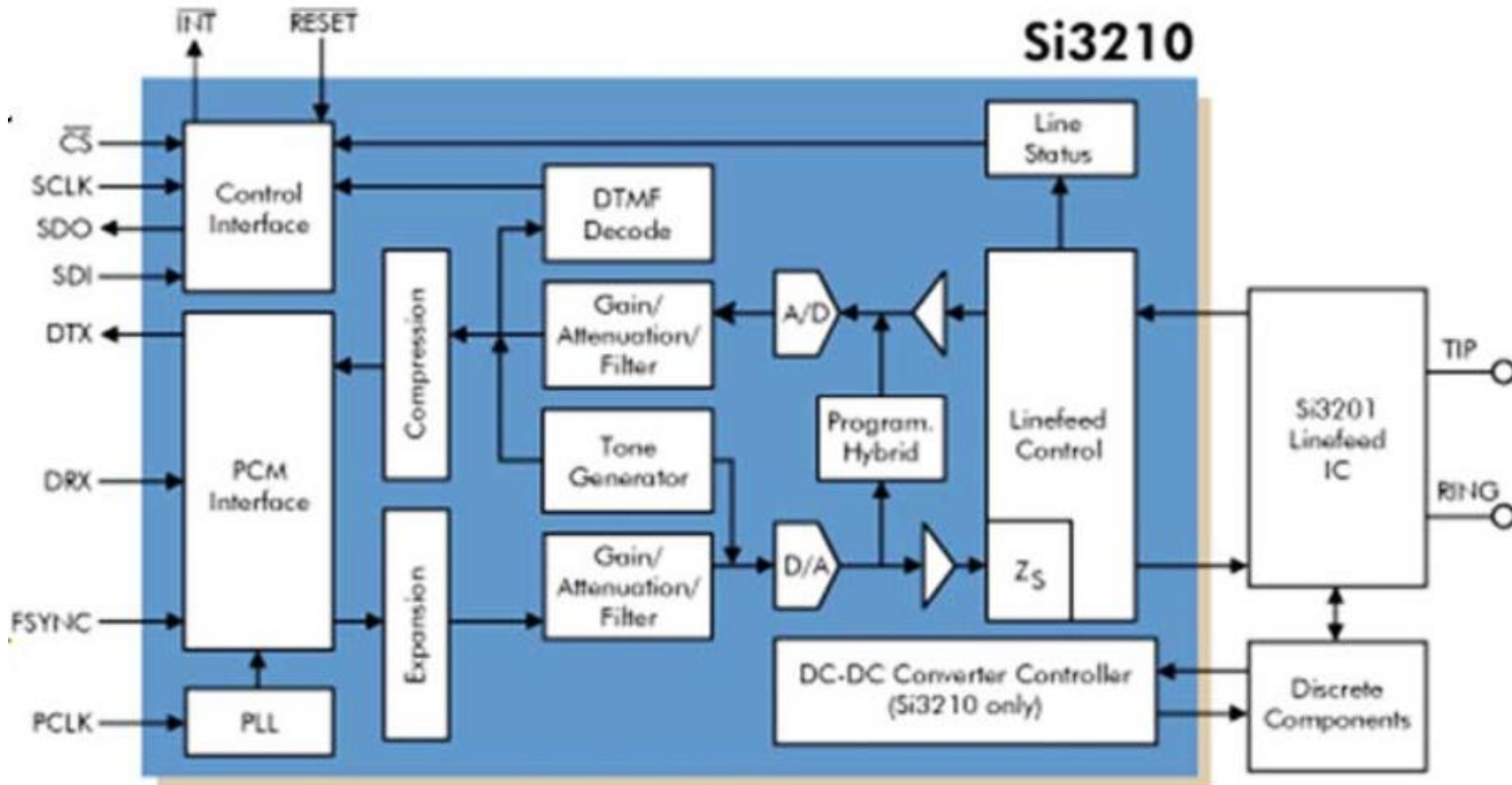
✓ سوئیچ‌های مختلف با همدیگر صحبت کرده و اطلاعاتی رد و بدل می‌کنند که منجر به برقراری تماس می‌شود و منابع لازم برای آن تخصیص داده می‌شود.

✓ نحوه صحبت سوئیچ‌ها با همدیگر از طریق یک پروتکل استک هفت لایه است.

✓ بخشی از ظرفیت انتقال تا زمانی که مکالمه برقرار است به آن مکالمه اختصاص داده شده است. (dedicated path)

✓ آیا همیشه سوئیچ‌ها سه لایه هستند؟ خیر. بستگی به ساختار و موقعیت جغرافیایی محل دارد. یک مسئله طراحی است.

# SLIC/CODEC



# SLIC/CODEC

## • کارهای مهم سمت شبکه

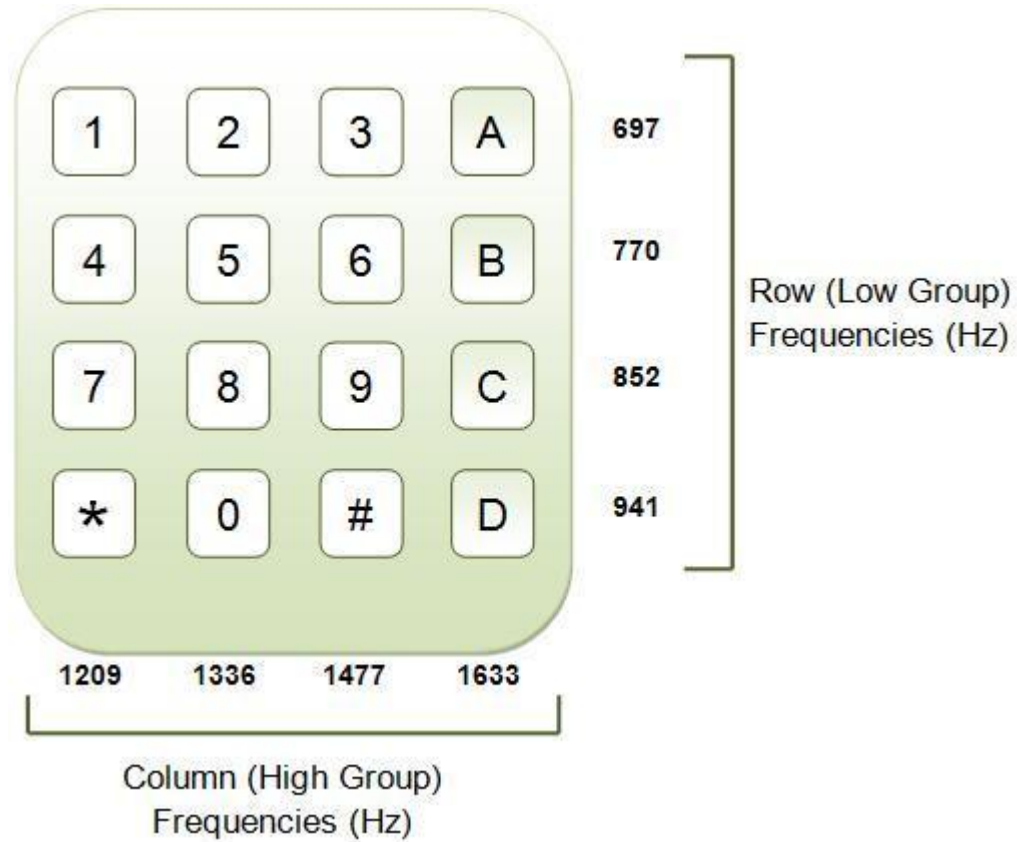
- تقویت و فیلتر کردن
- کدینگ PCM
- فشردن سازی/گسترده سازی
- Comanding

## • کارهای مهم سمت کاربر

- اعمال ولتاژ (برق رسانی) به دستگاه گوشی کاربر
- محافظت از ولتاژهای بالا (وجود رخدادهای طبیعی مانند رعد و برق و...)
- تشخیص برداشتن گوشی (On/Off hook detection)
- تولید صدای زنگ
- تشخیص تون (Tone Detection)
- تولید تون (Tone generation)
- هایبرید
- تست کردن



# Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) Signaling





به نظرتان زمان چقدر مهم است؟ مثلاً ۱۲۵ میکروثانیه چقدر برایتان مهم است؟



# مدولاسیون عرض پالس (PCM)

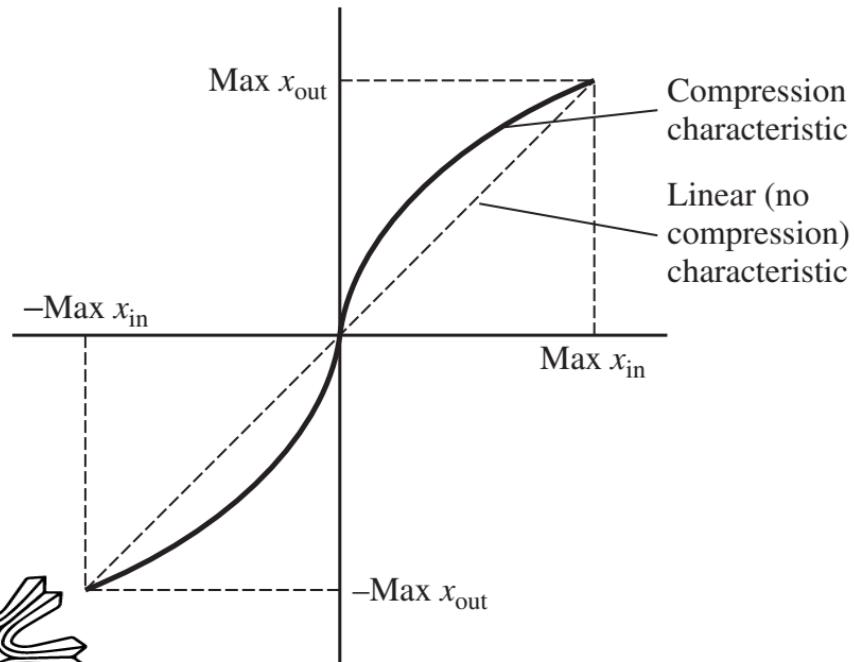
- نمونه برداری
- کوانتیزاسیون
- کدگذاری

- نمونه برداری با نرخ ۸۰۰۰ نمونه بر ثانیه
- هر نمونه پس از کوانتیزاسیون و کدینگ، توسط ۸ بیت نمایش داده می شود. بنابراین نرخ برابر **64Kbps** می باشد.
- فاصله زمانی بین هر دو نمونه چقدر است؟  
$$8000 \text{ sample / sec} \Rightarrow \frac{1}{8000} = \mathbf{125\mu sec}$$



# Companing

- برای حل مشکل اعوجاج غیرخطی سیستم نمی‌توان راه‌حل قطعی پیشنهاد داد. یکی از راهکارهای کاهش اثرات غیرخطی، استفاده از compander است.
- این سیستم، رنج دینامیکی را محدود به بخش خطی، فشرده می‌کند و پس از ارسال، در گیرنده سیگنال باز می‌شود.
- نیاز به نمونه‌برداری نایک‌نواخت



$\mu$ -law companding for voice PCM:

$$z(x) = x_{\text{max}} \frac{\ln(1 + \mu |x|/x_{\text{max}})}{\ln(1 + \mu)} \text{sgn}(x/x_{\text{max}}) \quad |x|/x_{\text{max}} \leq 1$$

اگر صوت را می توان انتقال داد چرا داده نه؟  
اگر محتوای فرکانسی داده محدود به همان باند فرکانسی صوت باشد، آنگاه بیشترین  
نرخ داده‌ای که می‌توان از شبکه تلفن ثابت انتقال داد، چقدر است؟



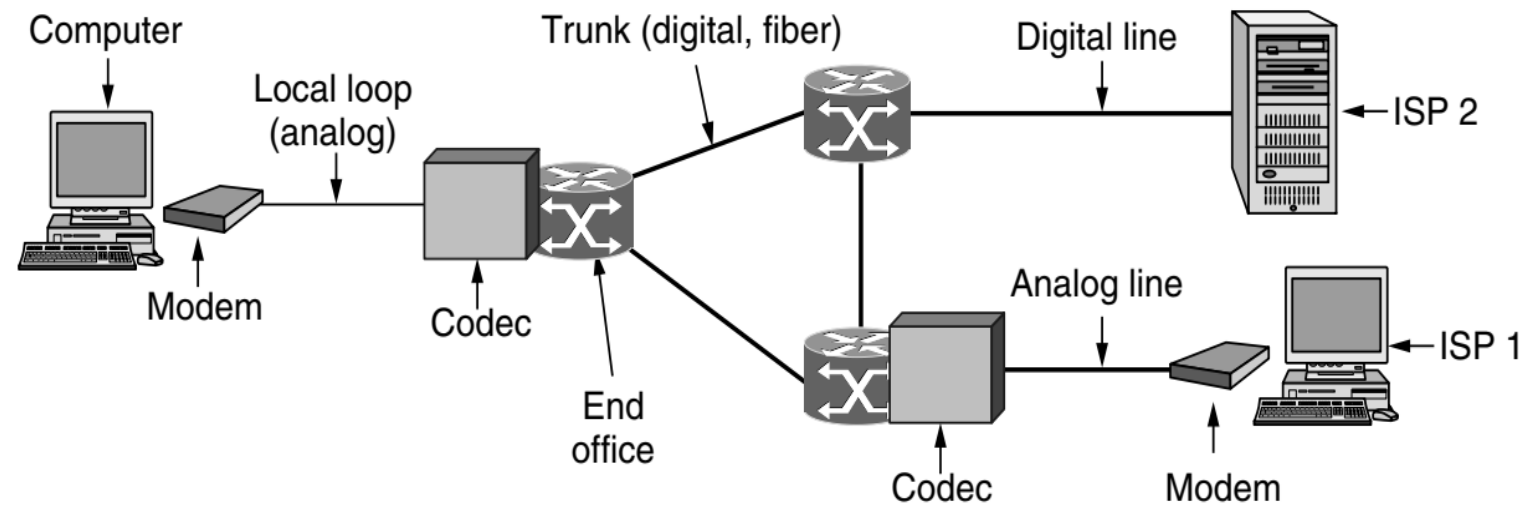


# مودم تلفن

- **مودم:** دستگاهی که بیت‌های دیجیتال را به صورت مناسب از طریق کانال ارتباطی مانند زوج سیم مسی ارسال و دریافت می‌کند.
- محدودیت نرخ مودم‌های voice band یا همان dialup به خاطر نمونه‌برداری و شرایط کانال ارتباطی

## Voice band Modems Standards:

V.32: 9600 bps : 4 bits / baud  
V.32 bis: 14.4 kbps : 6 bits / baud  
V.34: 28.8 kbps (Using QAM)  
V.90: 56 kbps DS, 33.6 kbps US  
V.92: 56 kbps DS, 48 kbps US



# Digital Subscriber Line (DSL)

- خط کاربر دیجیتال (DSL) به صورت گسترده برای دسترسی پهن باند استفاده می شود. انواع مختلف آن تا ده ها مگابیت بر ثانیه (Mbps) سرویس ارائه می دهند.
  - استفاده مجدد از زوج سیم خط تلفن؛ خط تلفن تا حدود **۲ مگاهرتز** پهنای باند دارد، اما فقط در حدود ۴ کیلوهرتز آن را استفاده می کند.
  - کدام کاربر سیگنال به نویز بالاتری دارد؟



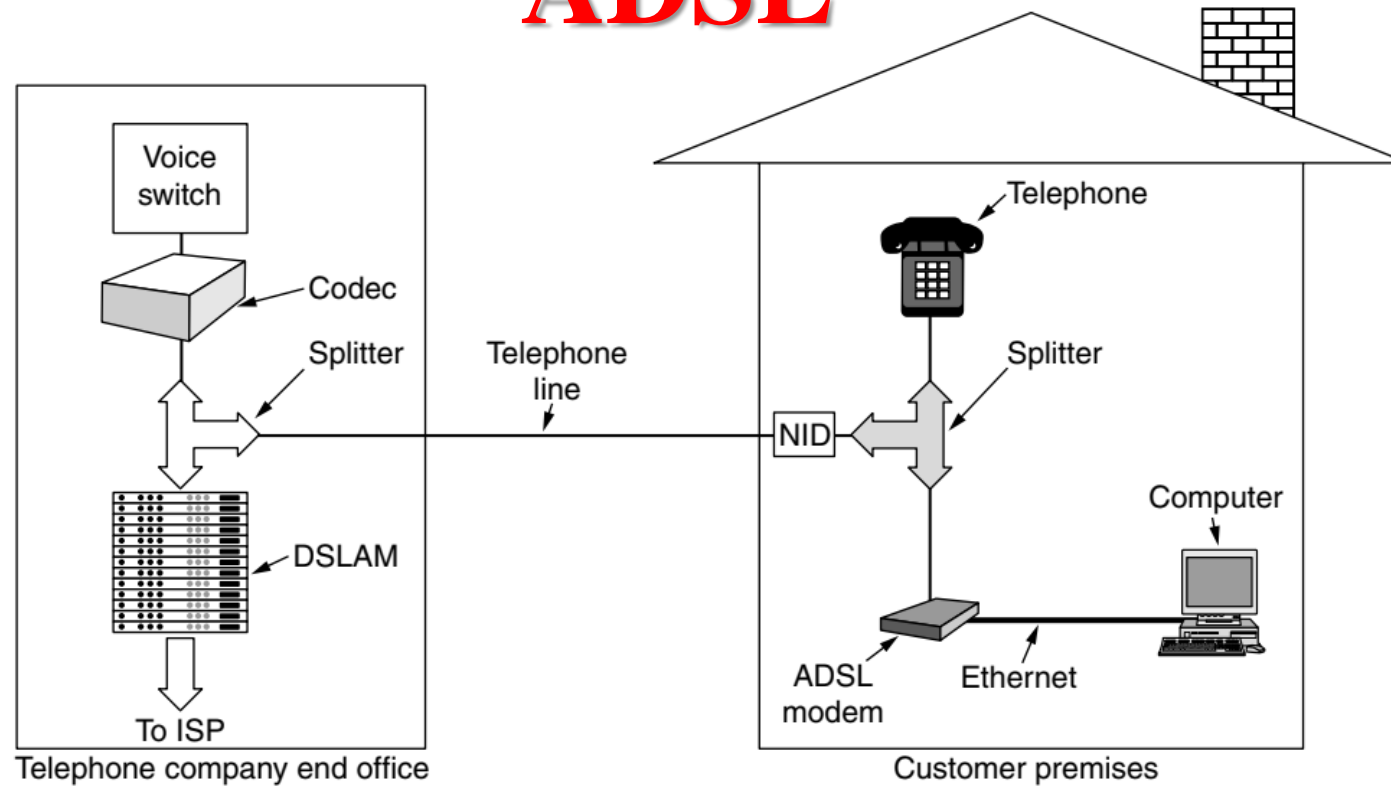
مرکز تلفن

## DSL (2)

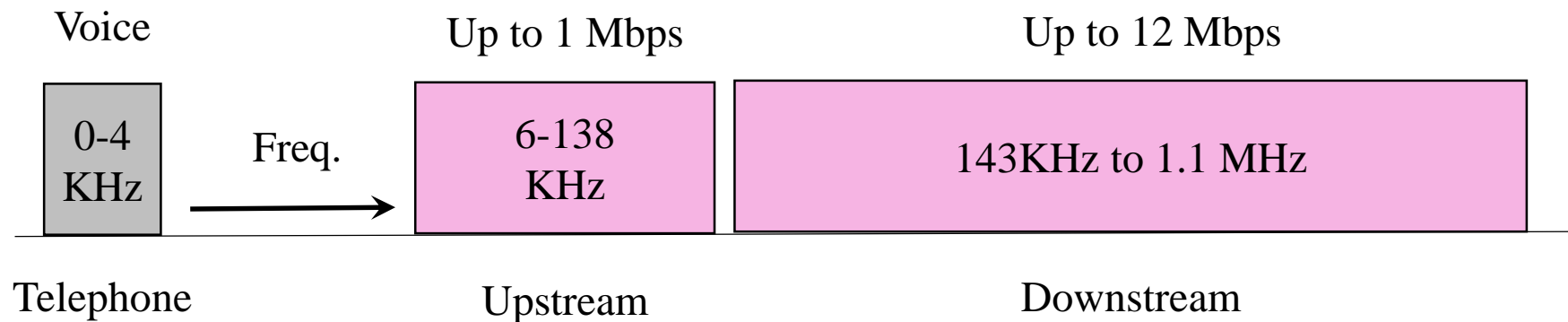
- DSL از نوعی مدولاسیون باند میانی به نام OFDM استفاده می کند.
- باندهای مختلف را برای ارسال (Upstream) و دریافت (Downstream) جدا می کند. پهنای باند دریافت بزرگتر است (ADSL).
- مدولاسیون مورد استفاده دامنه و فاز سیگنال را تغییر می دهد (مدولاسیون QAM)
- برای SNR های بالا تا حدود ۱۵ بیت بر سمبل (bit/symbol)
- برای SNR های پایین فقط ۱ بیت بر سمبل (bit/symbol)



# ADSL

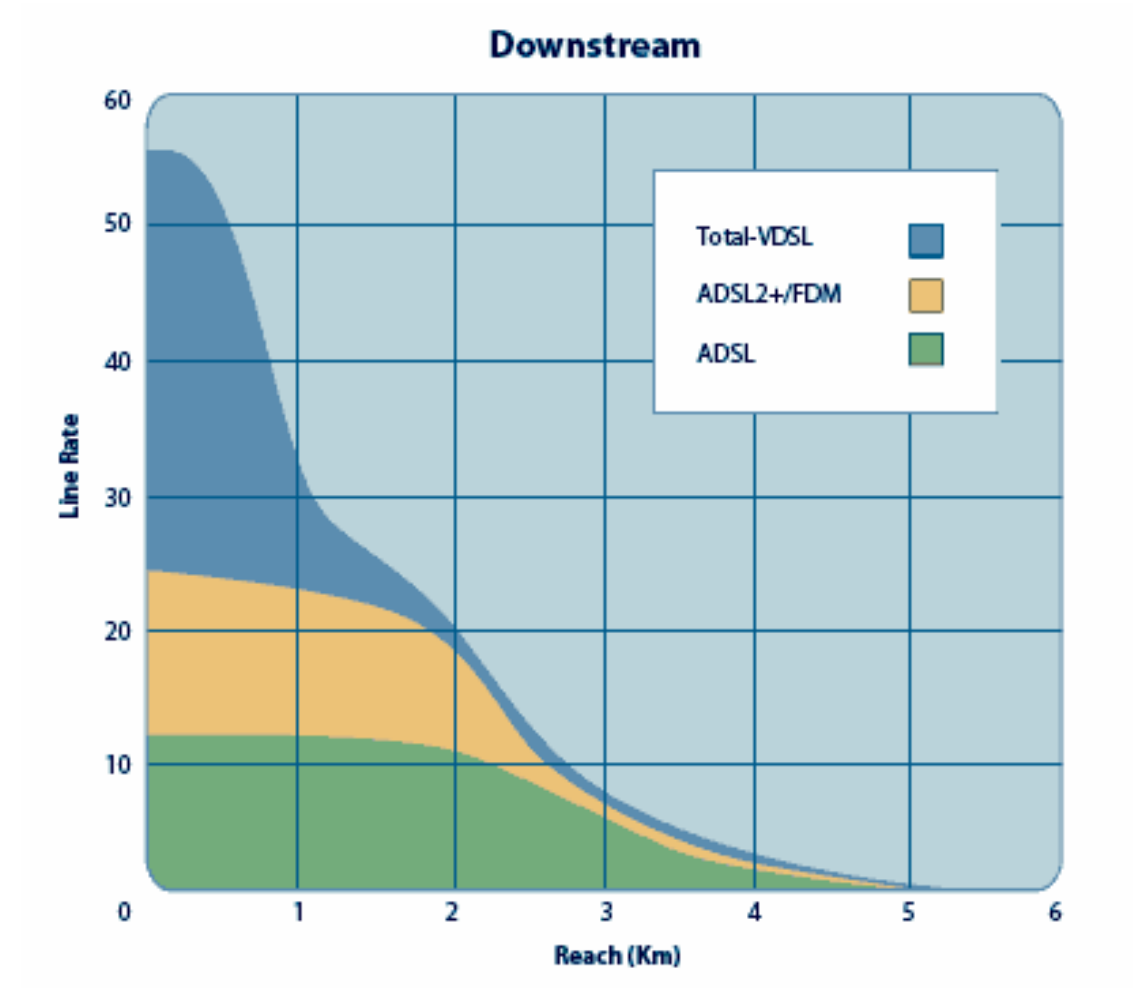


## ADSL2:



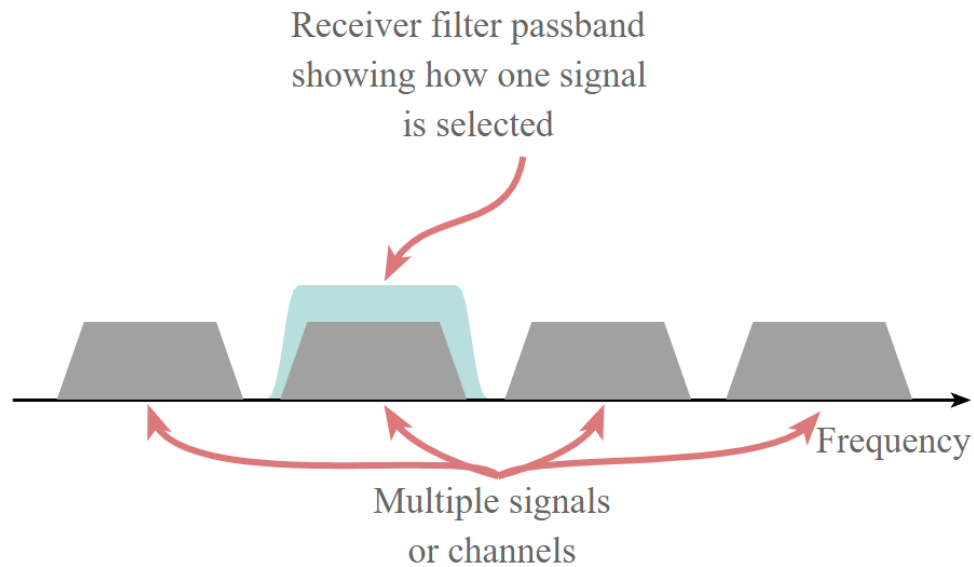


# Rate/Reach Curve

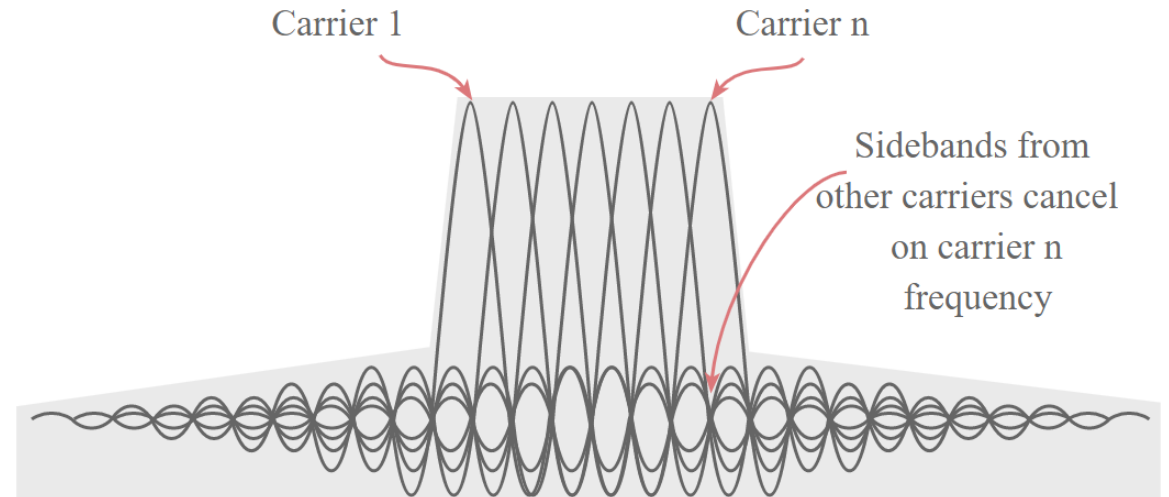


# OFDM

- مدولاسیون استفاده شده در ADSL



Traditional-slection of signals  
on different channels



Basic concept of OFDM,  
Orthogonal Frequency Division Multiplexing

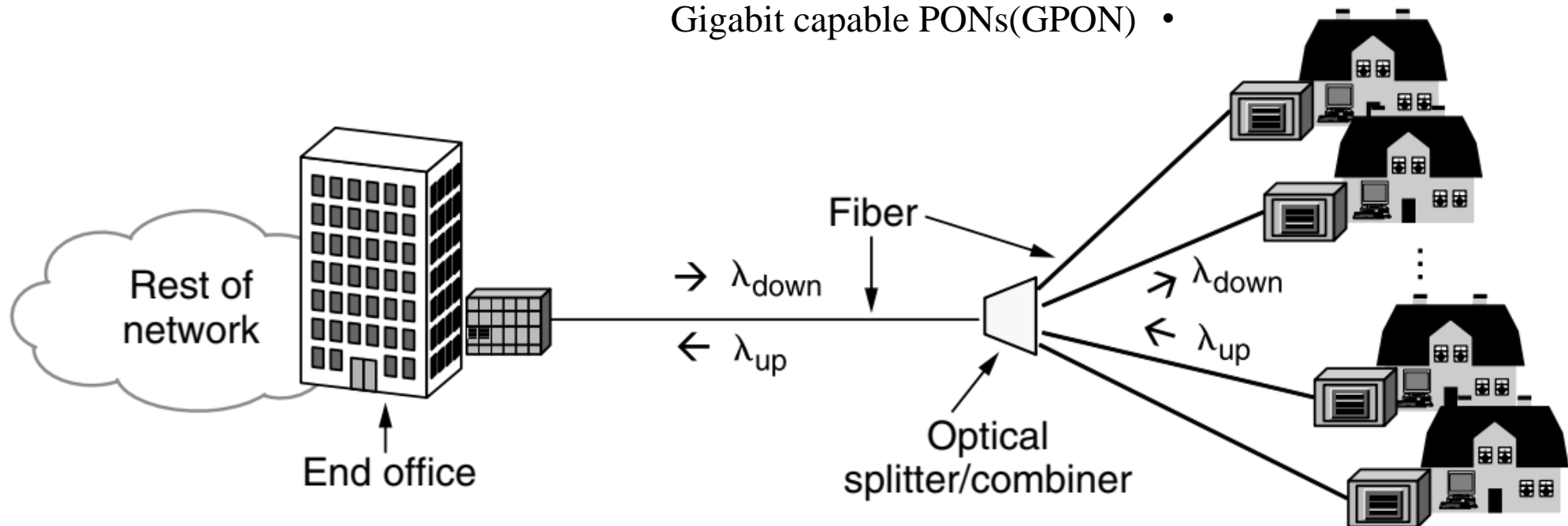
# Fiber To The Home (FTTH)

- محدودیت سیم‌های مسی به پهنای باند 2.2MHz
- نیاز به سرمایه عظیم برای تعویض سیم‌های مسی با فیبر نوری
- به نظر شما اولین مکان‌هایی که از سرویس فیبر نوری استفاده می‌کنند، کجاها هستند؟
  - مکان‌هایی که نیاز به عرض باند بیشتری دارند مانند ساختمان‌های اداری تجاری
  - شهرک‌های جدید



# FTTH

- رساندن داده توسط فیبر نوری به نزدیک خانه ها
- شبکه های نوری پسیو (Passive Optical Networks)
  - Ethernet PON
  - Gigabit capable PONs(GPON)





# TDM

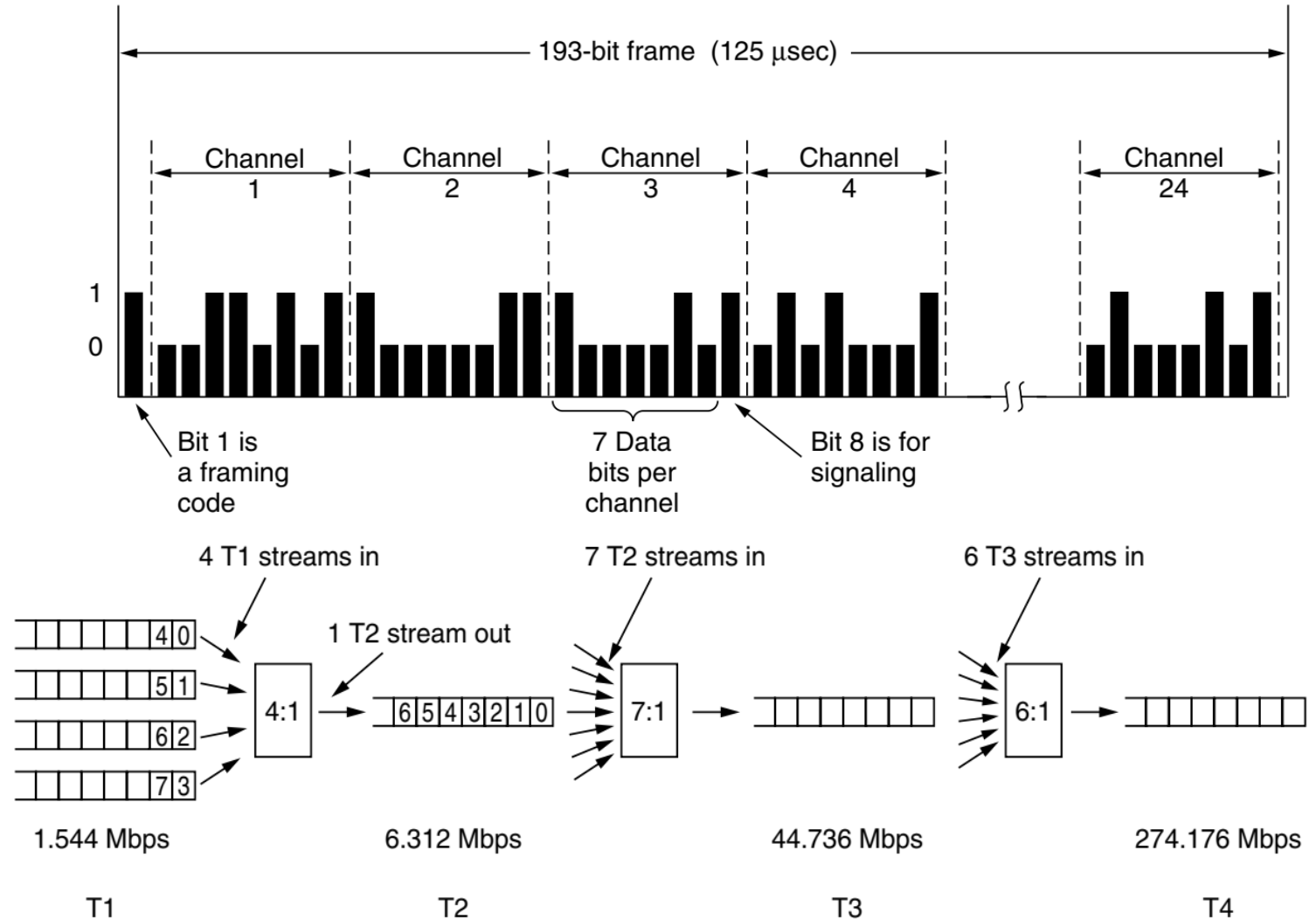
## ■ N. America : T1 carrier

- ❑ 1.544 Mbps
- ❑  $24 \times 8 + 1 = 193$  bits per frame
- ❑ 1 frame per 125 microseconds
- ❑  $8000 \times 8 = 64$  kbits/second per channel
- ❑ 24 analog channels
- ❑ AD-conversion: PCM 8-bit sampling at 8000 Hz

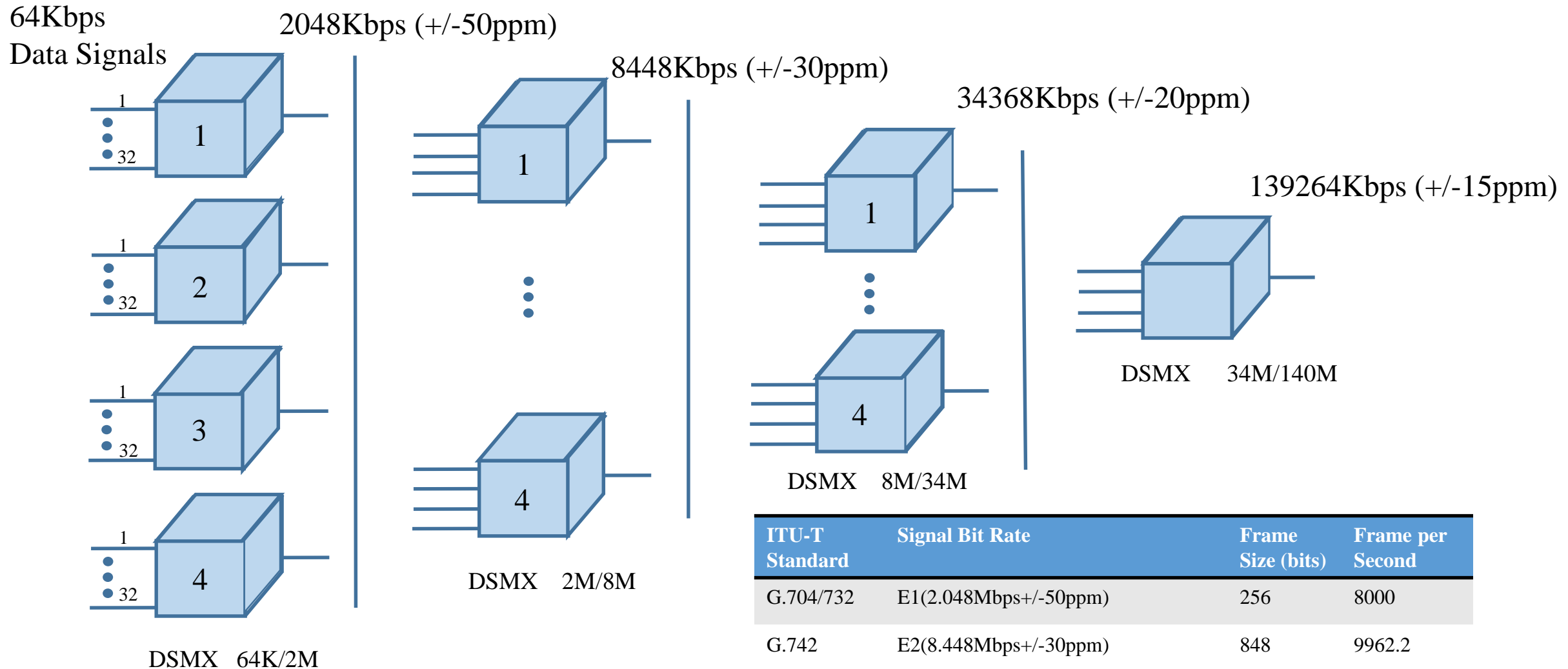
## ■ Outside N. America : E1 carrier

- ❑ 2.048 Mbps
- ❑ 32 channels
- ❑  $32 \times 8$  bits per frame
- ❑ 30 data and 2 signaling channels

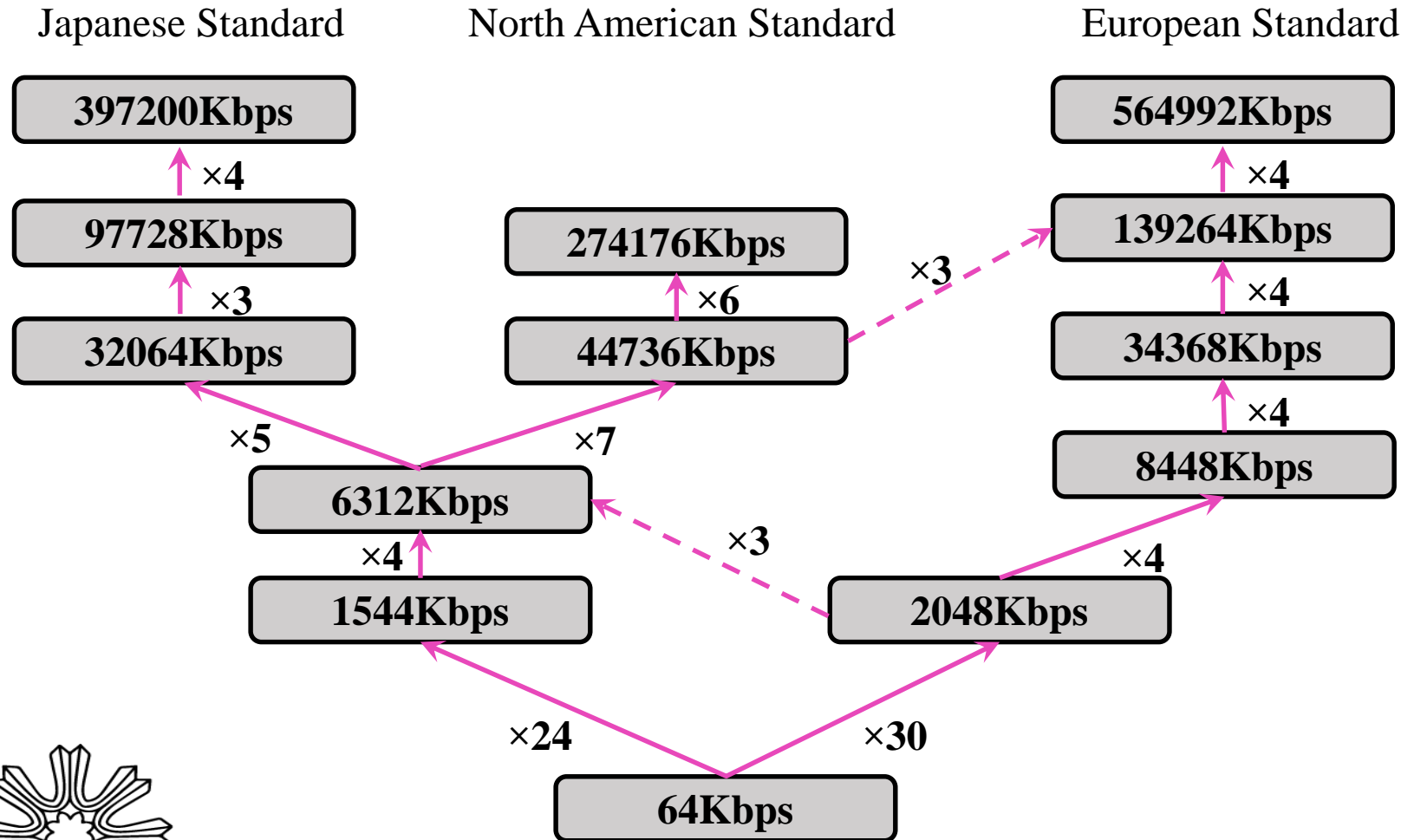
## ■ Higher order rates are derived from multiplexing T1 or E1 signal streams



# European PDH Hierarchy



# SONET/SDH



## اهداف طراحی:

- ✓ یکپارچه سازی سیستم های انتقال
- اروپایی، آمریکایی و ژاپنی
- ✓ مهیا کردن طرح مالتی پلکسینگ
- ✓ دسترسی به داده های هر مشترک بدون
- دی مالتی پلکسینگ کل سیگنال

