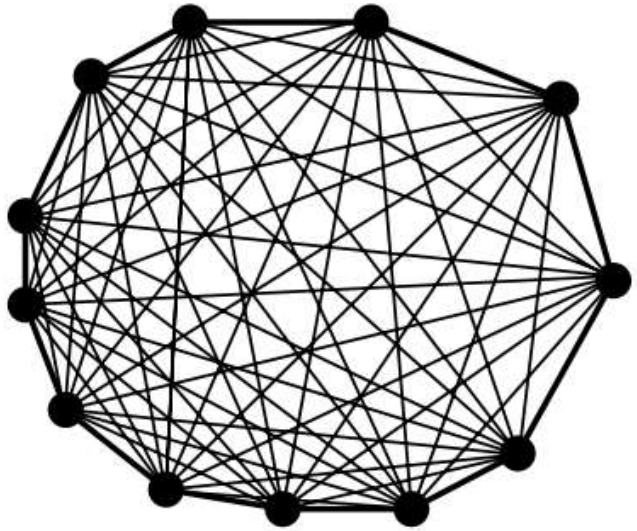
شبکه‌های مخابراتی

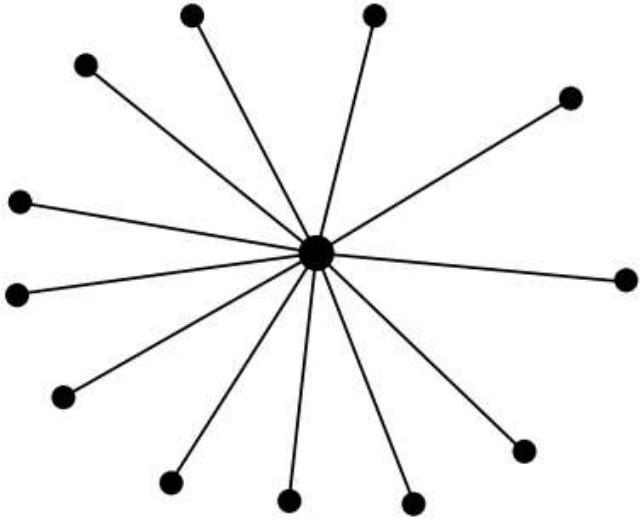
سید حمید صفوی
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه محقق اردبیلی
نیمسال دوم ۹۸-۹۹

شبکه تلفن ثابت، ADSL و FTTH

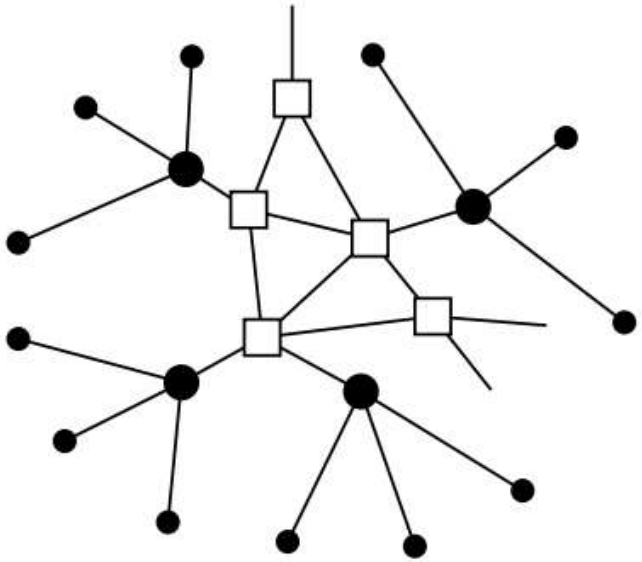
شبکه تلفن ثابت
Public Switched Telephone Network (PSTN)



(a) Fully interconnected network.



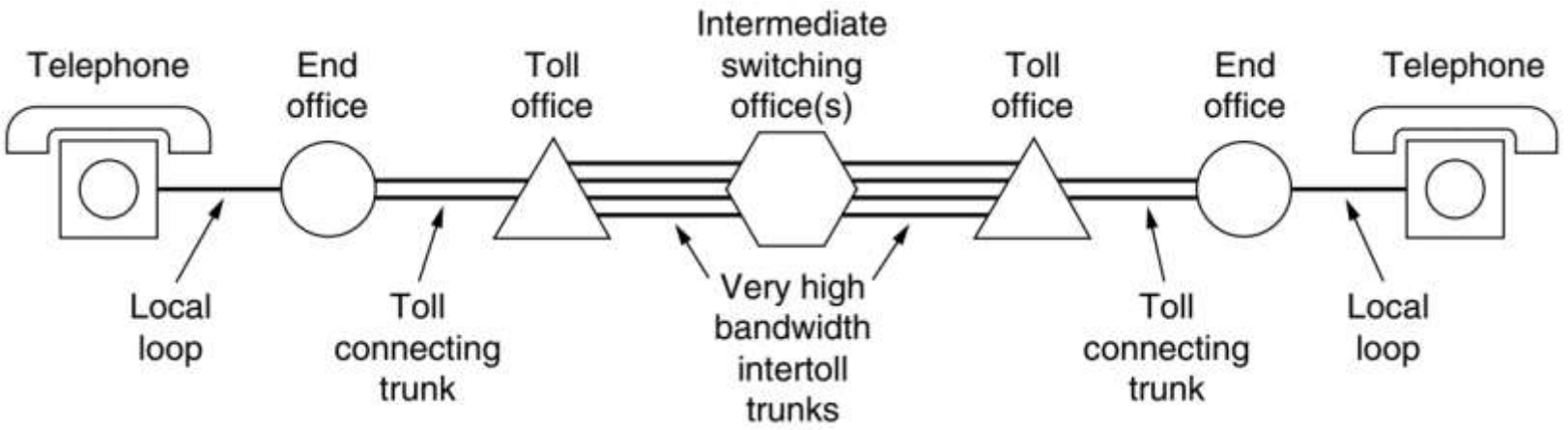
(b) Centralized switch.



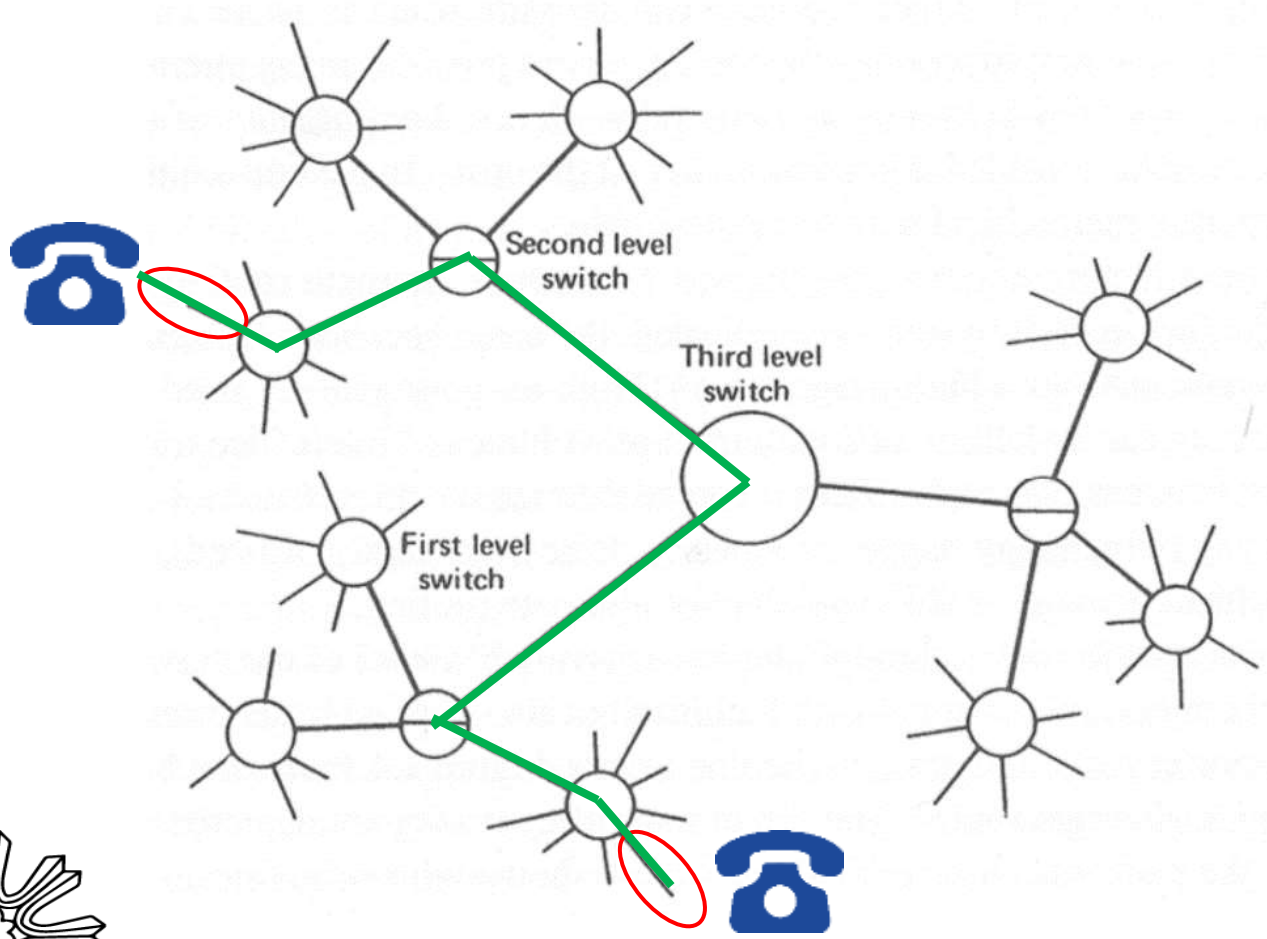
(c) Two-level hierarchy.

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)

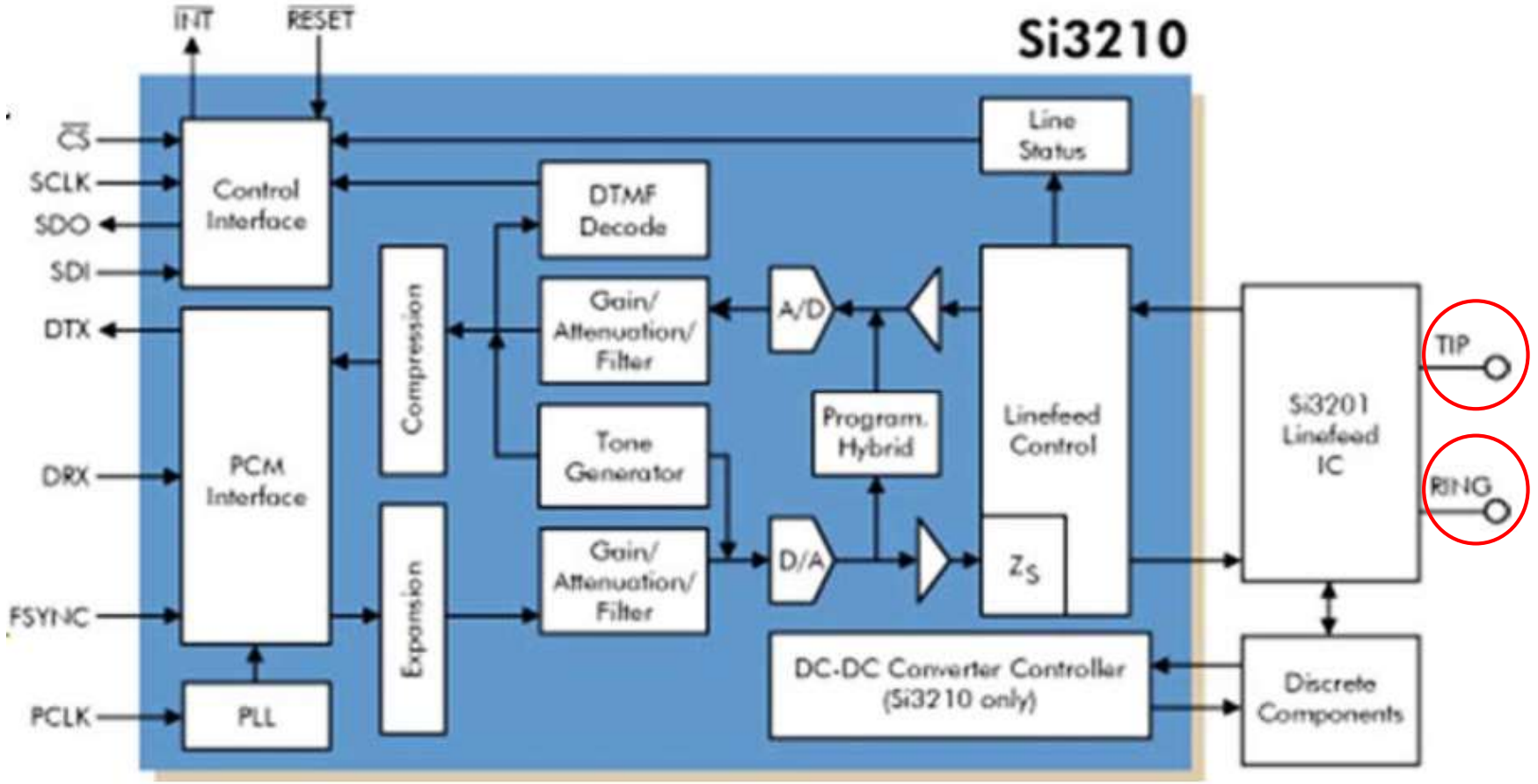


سوئیچ سلسله مراتبی: مثال سه لایه‌ای



- 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.

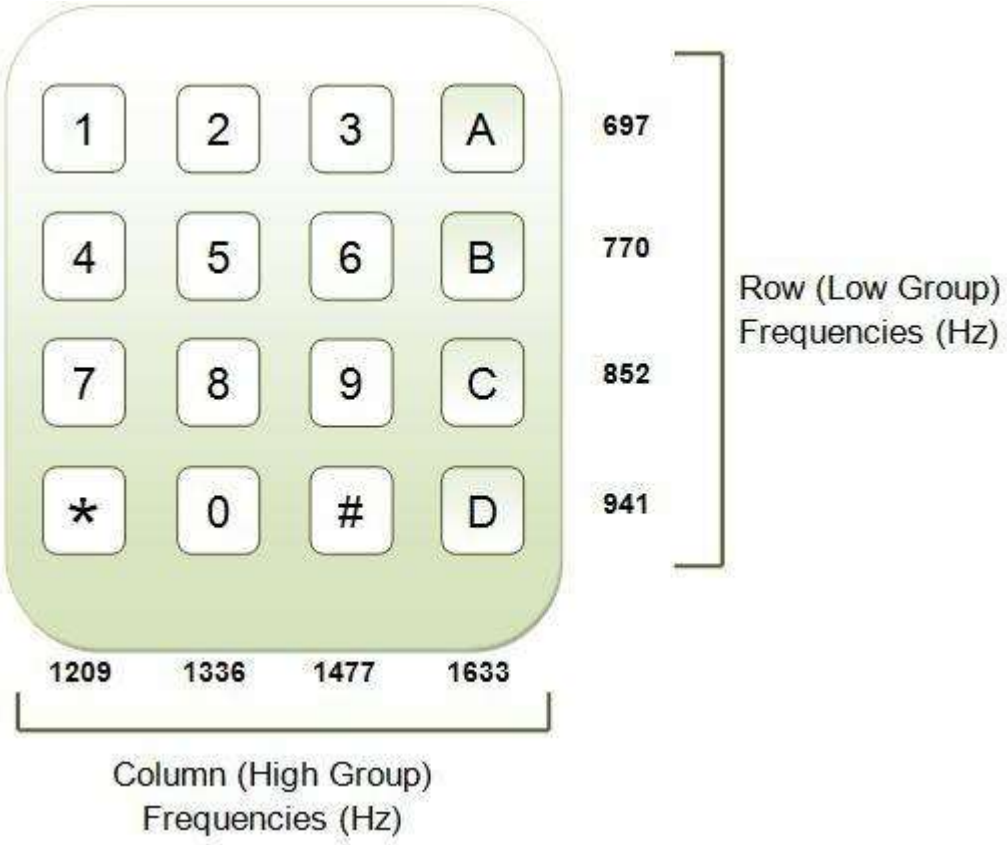
SLIC/CODEC


Si3210
INT
RESET
CS
SCLK
SDO
SDI
DTX
DRX
FSYNC
PCLK
Control Interface
PCM Interface
PLL
Compression
Expansion
DTMF Decode
Gain/ Attenuation/ Filter
Tone Generator
Gain/ Attenuation/ Filter
A/D
D/A
Program. Hybrid
Line Status
Linefeed Control
Z_S
DC-DC Converter Controller (Si3210 only)
Si3201 Linefeed IC
TIP
RING
Discrete Components

SLIC/CODEC

- **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
- **کارهای مهم سمت شبکه**
  - تقویت و فیلترکردن
  - کدینگ PCM
  - فشرده‌سازی/گسترده‌سازی Companding

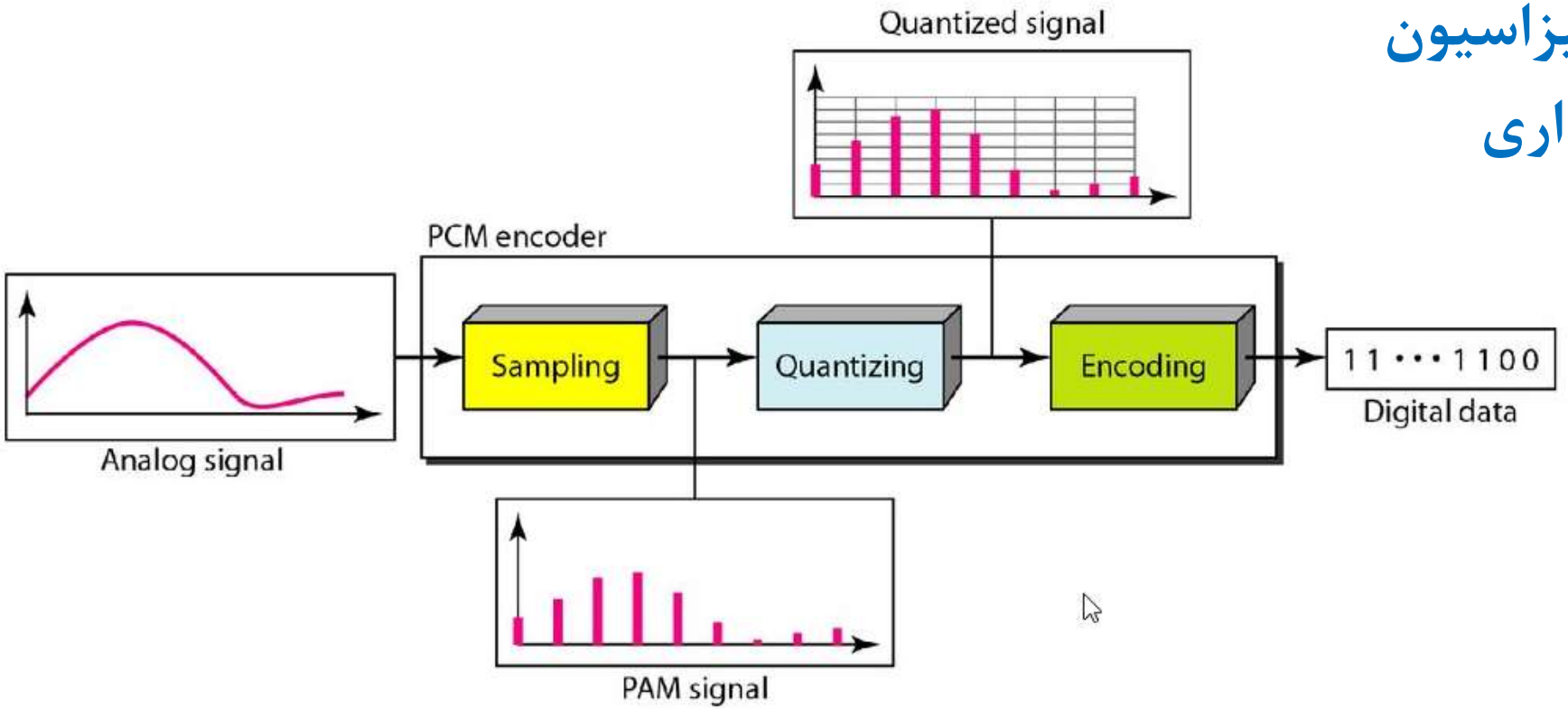
Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) Signaling



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

مدولاسیون عرض پالس (PCM)

- نمونه‌برداری
- کوانتیزاسیون
- کدگذاری



مدولاسیون عرض پالس (PCM)

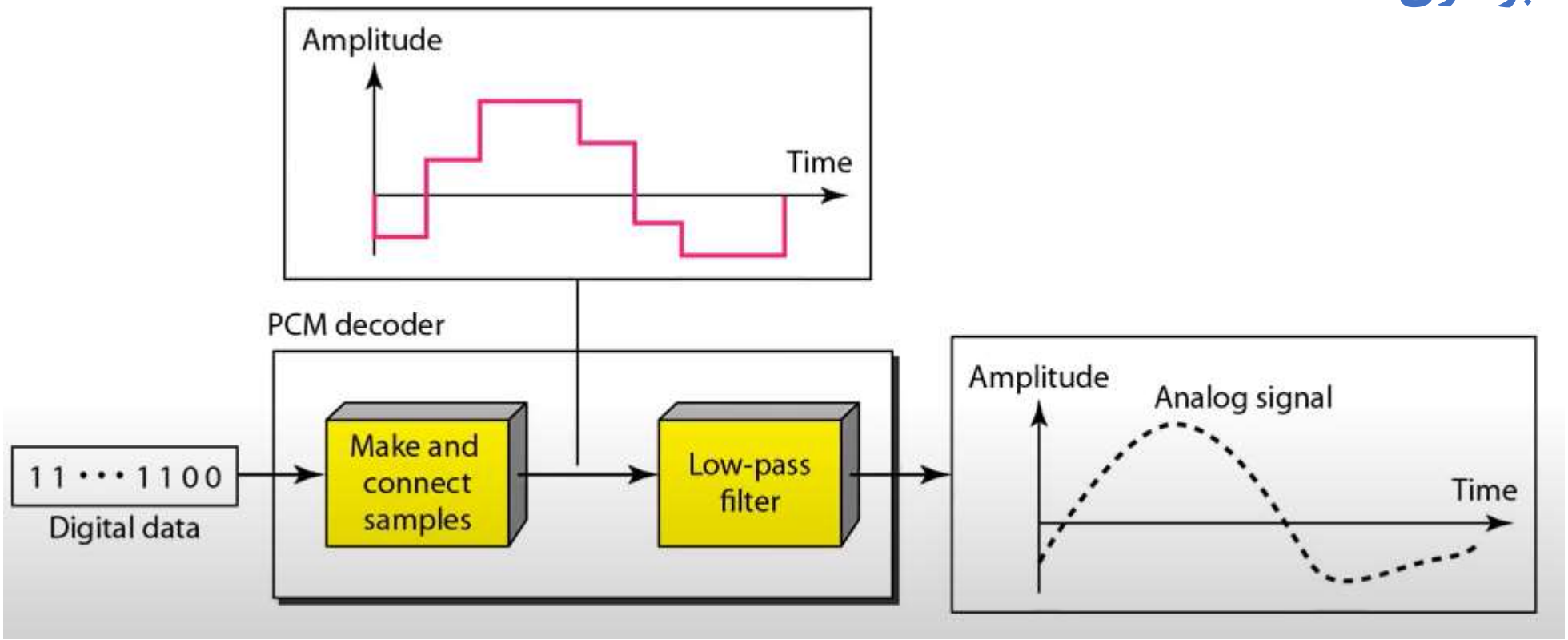
- نمونه‌برداری با نرخ ۸۰۰۰ نمونه بر ثانیه
- فاصله زمانی بین هر دو نمونه چقدر است؟

$$8000\ sample/\sec \Rightarrow \frac{1}{8000} = \mathbf{125\mu sec}$$

- هر نمونه پس از کوانتیزاسیون و کدینگ، توسط ۸ بیت نمایش داده می‌شود. بنابراین نرخ برابر **64Kbps** می باشد.

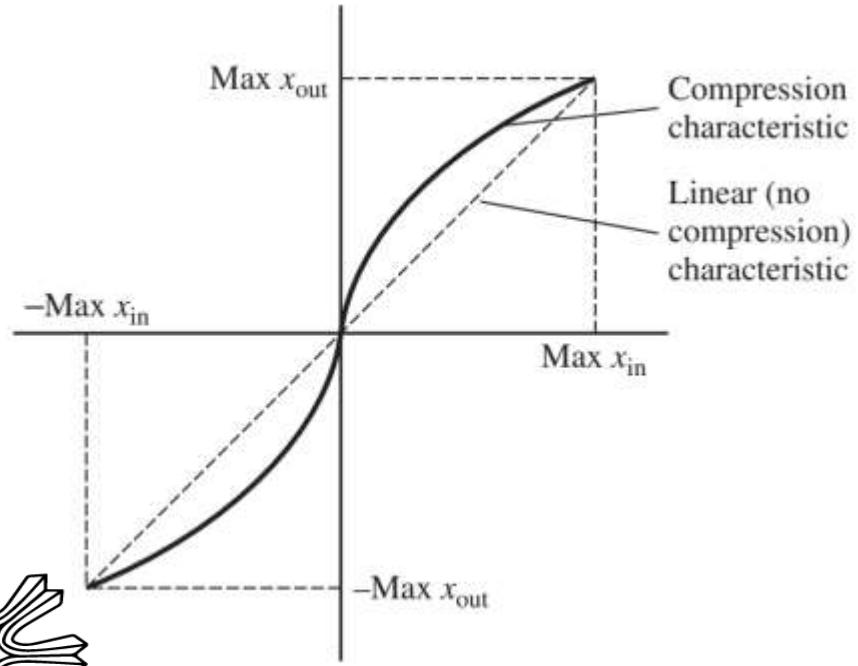
مدولاسیون عرض پالس (PCM)

- کدبرداری



Companding

- 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



μ-law companding for voice PCM:

$$z(x) = x_{\max}\frac{\ln(1 + \mu|x|/x_{\max})}{\ln(1 + \mu)}\operatorname{sgn}(x/x_{\max}) \qquad |x|/x_{\max} \le 1$$

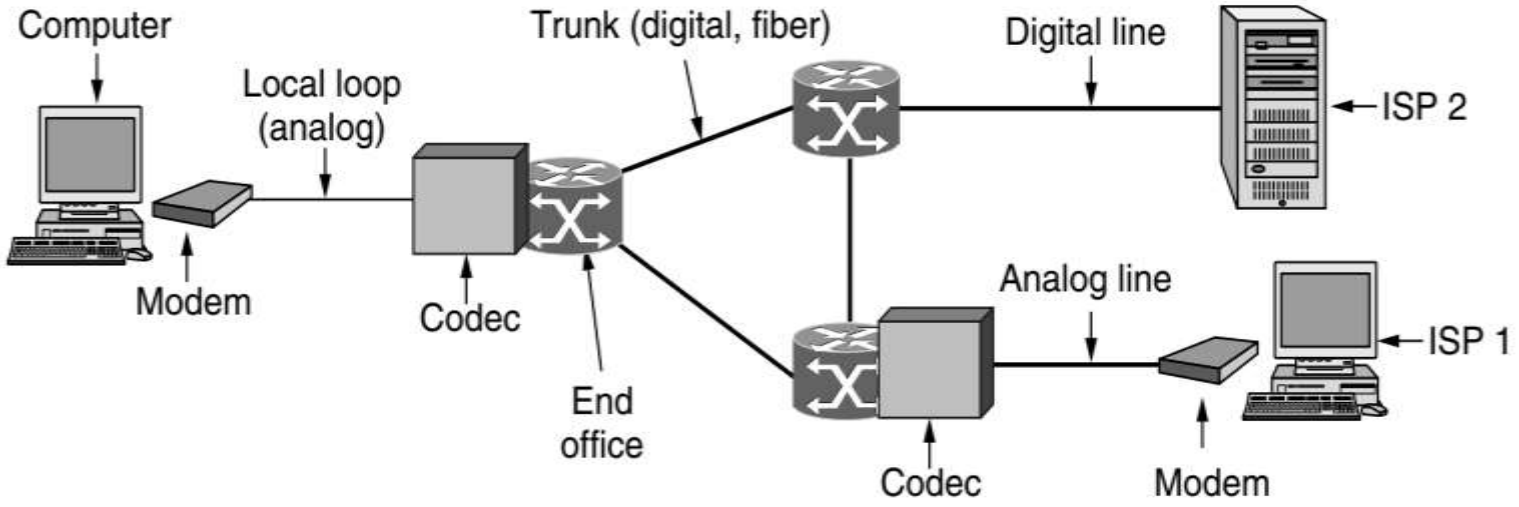
اگر صوت را می‌توان انتقال داد چرا داده نه؟

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
V.32 bis: 14.4 kbps
V.34: 28.8 kbps (Using QAM)
V.90: 56 kbps DS, 33.6 kbps US
V.92: 56 kbps DS, 48 kbps US



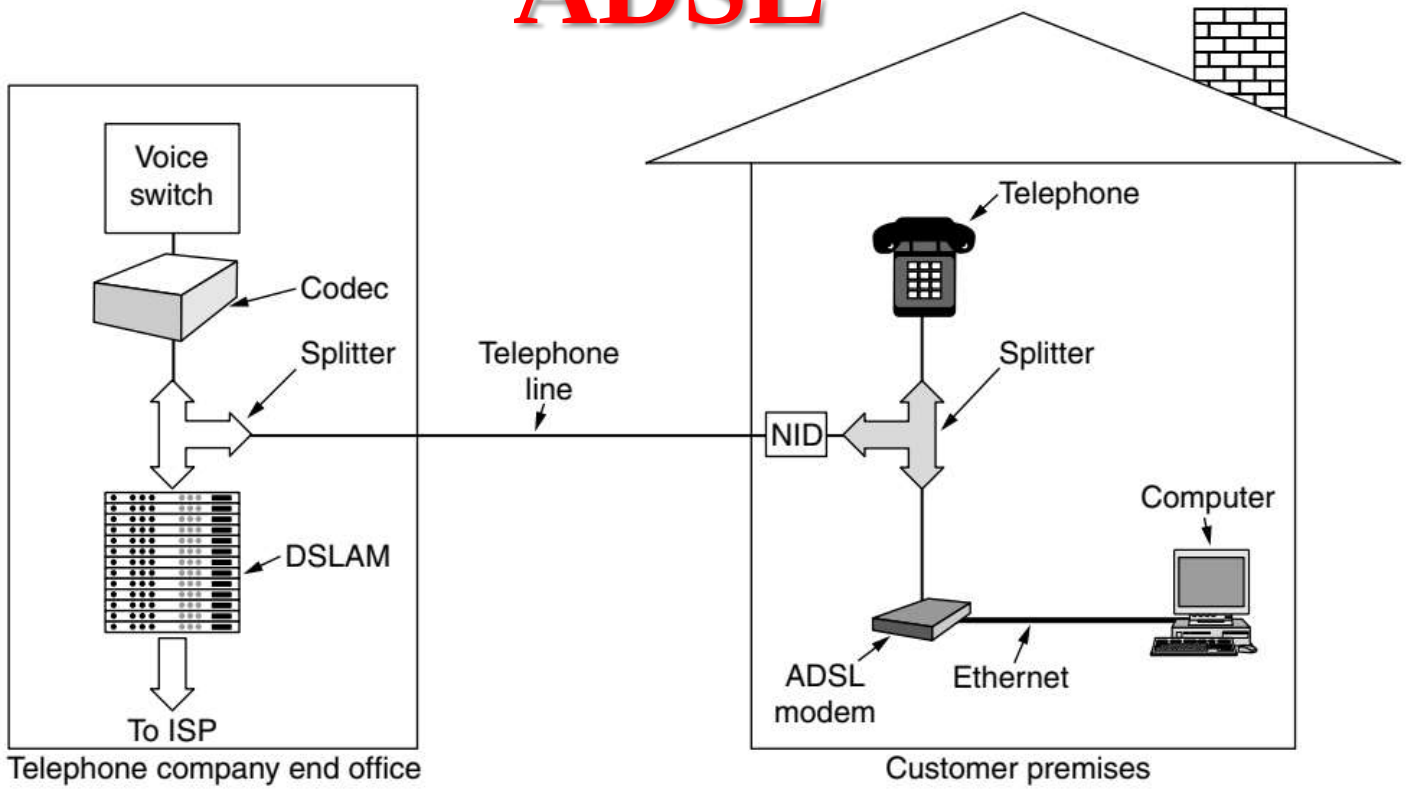
Digital Subscriber Line (DSL)

- خط کاربر دیجیتال (DSL) به صورت گسترده برای دسترسی پهن‌باند استفاده می‌شود. انواع مختلف آن تا ده‌ها مگابیت بر ثانیه (Mbps) سرویس ارائه می‌دهند.
  - استفاده مجدد از زوج‌سیم خط تلفن؛ خط تلفن تا حدود **۲ مگاهرتز** پهنای باند دارد، اما فقط در حدود ۴ کیلوهرتز آن را استفاده می‌کند.
  - کدام کاربر سیگنال به نویز بالاتری دارد؟

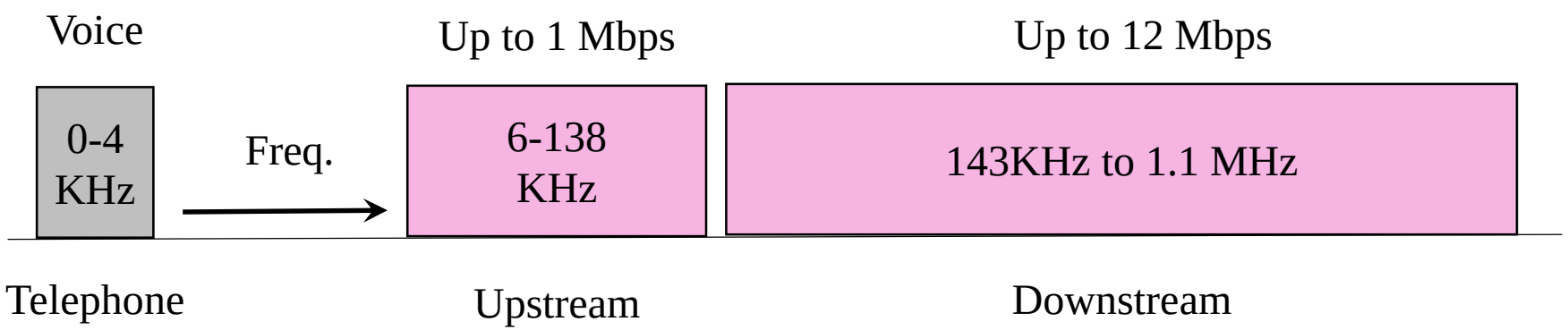
DSL (2)

- DSL از نوعی مدولاسیون باند میانی به نام OFDM استفاده می‌کند.
- باندهای مختلف را برای ارسال (Upstream) و دریافت (Downstream) جدا می‌کند. پهنای باند دریافت بزرگتر است (ADSL).
- مدولاسیون مورد استفاده دامنه و فاز سیگنال را تغییر می‌دهد (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)

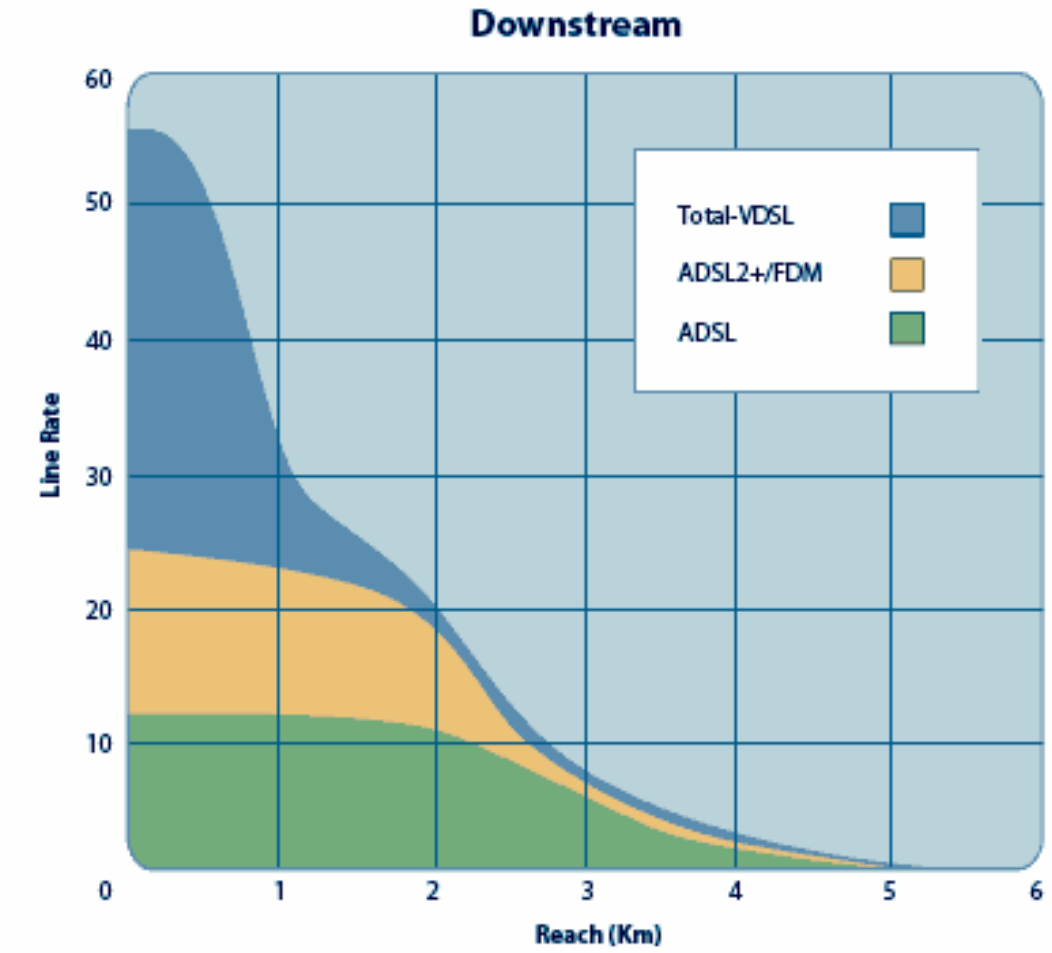
ADSL


Voice switch
Codec
Splitter
DSLAM
To ISP
Telephone company end office
Telephone line
Telephone
Splitter
NID
Computer
ADSL modem
Ethernet
Customer premises

ADSL2:

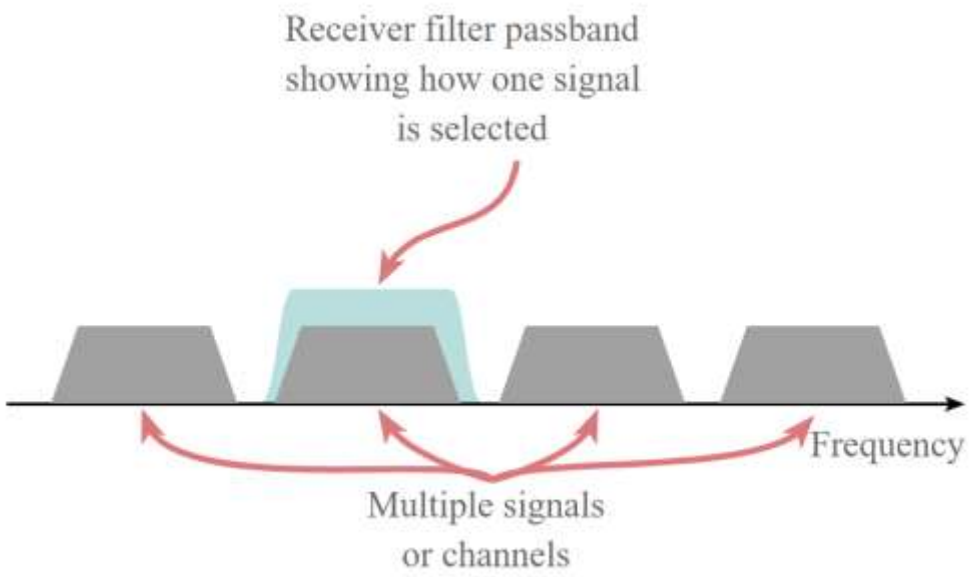

Voice
Up to 1 Mbps
Up to 12 Mbps
0-4 KHz
Freq.
6-138 KHz
143KHz to 1.1 MHz
Telephone
Upstream
Downstream

Rate/Reach Curve

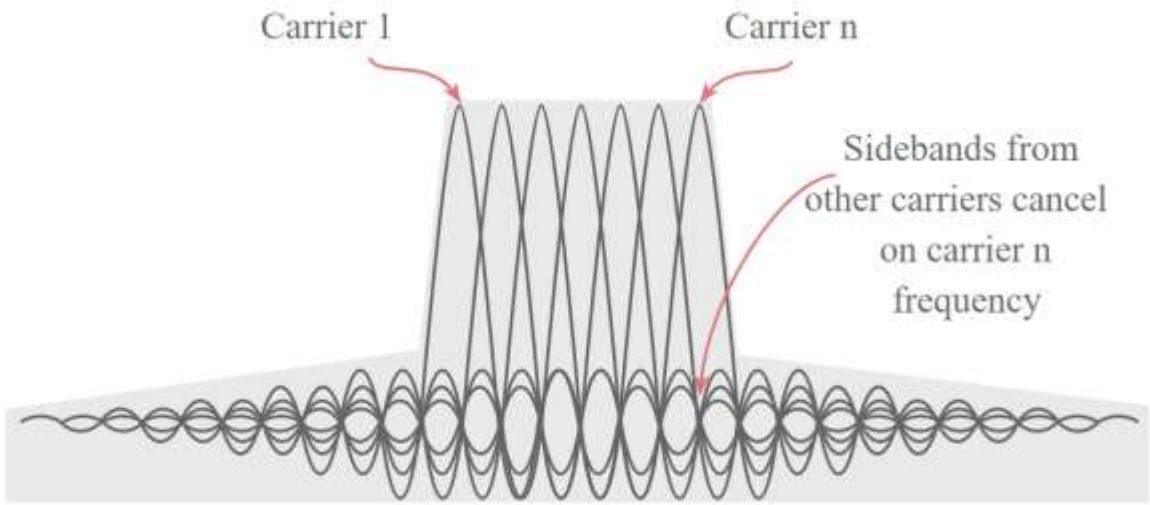


OFDM

- مدولاسیون استفاده شده در ADSL



Traditional-slection of signals
on different channels



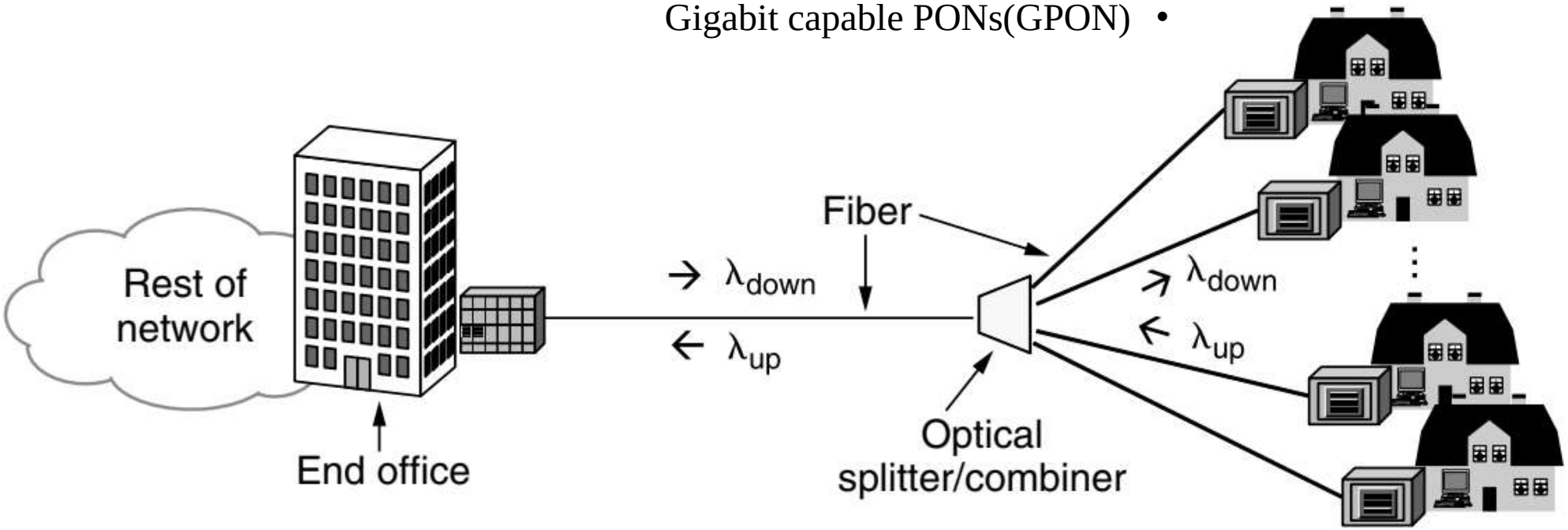
Basic concept of OFDM,
Orthogonal Frequency Division Multiplexing

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

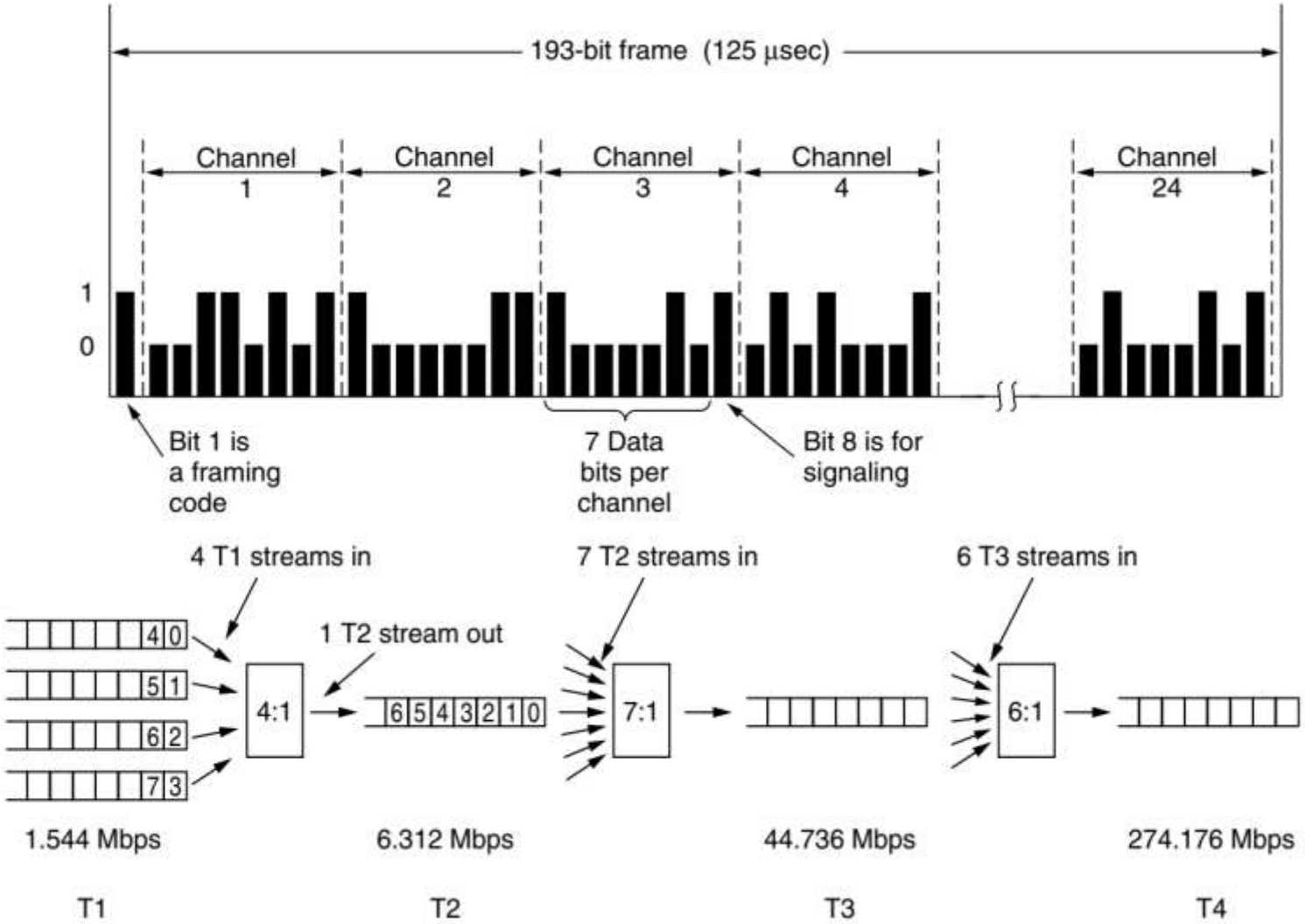
FTTH

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

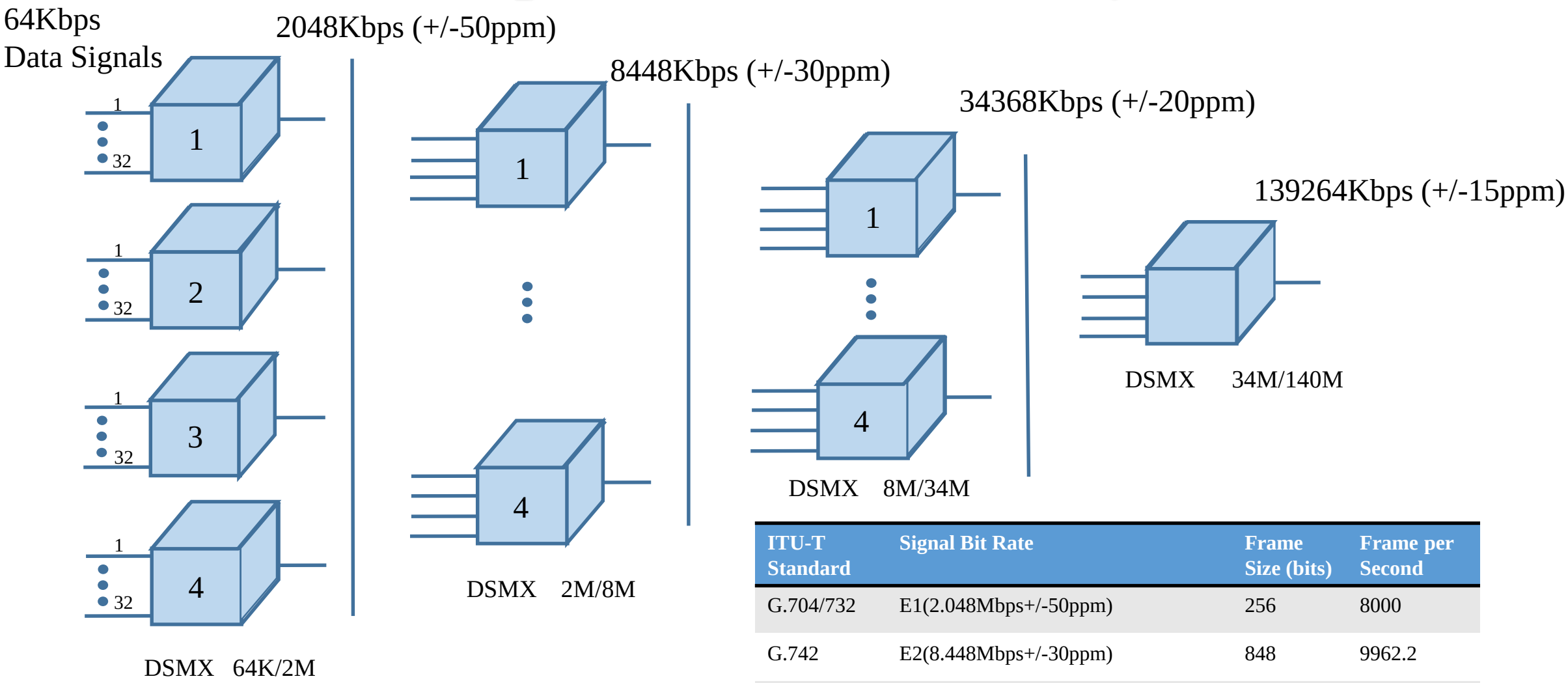


TDM

- N. America : T1 carrier
  - 1.544 Mbps
  - 24 x 8 + 1 = 193 bits per frame
  - 1 frame per 125 microseconds
  - 8000 x 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 x 8 bits per frame
  - 30 data and 2 signaling channels
- Higher order rates are derived from multiplexing T1 or E1 signal streams

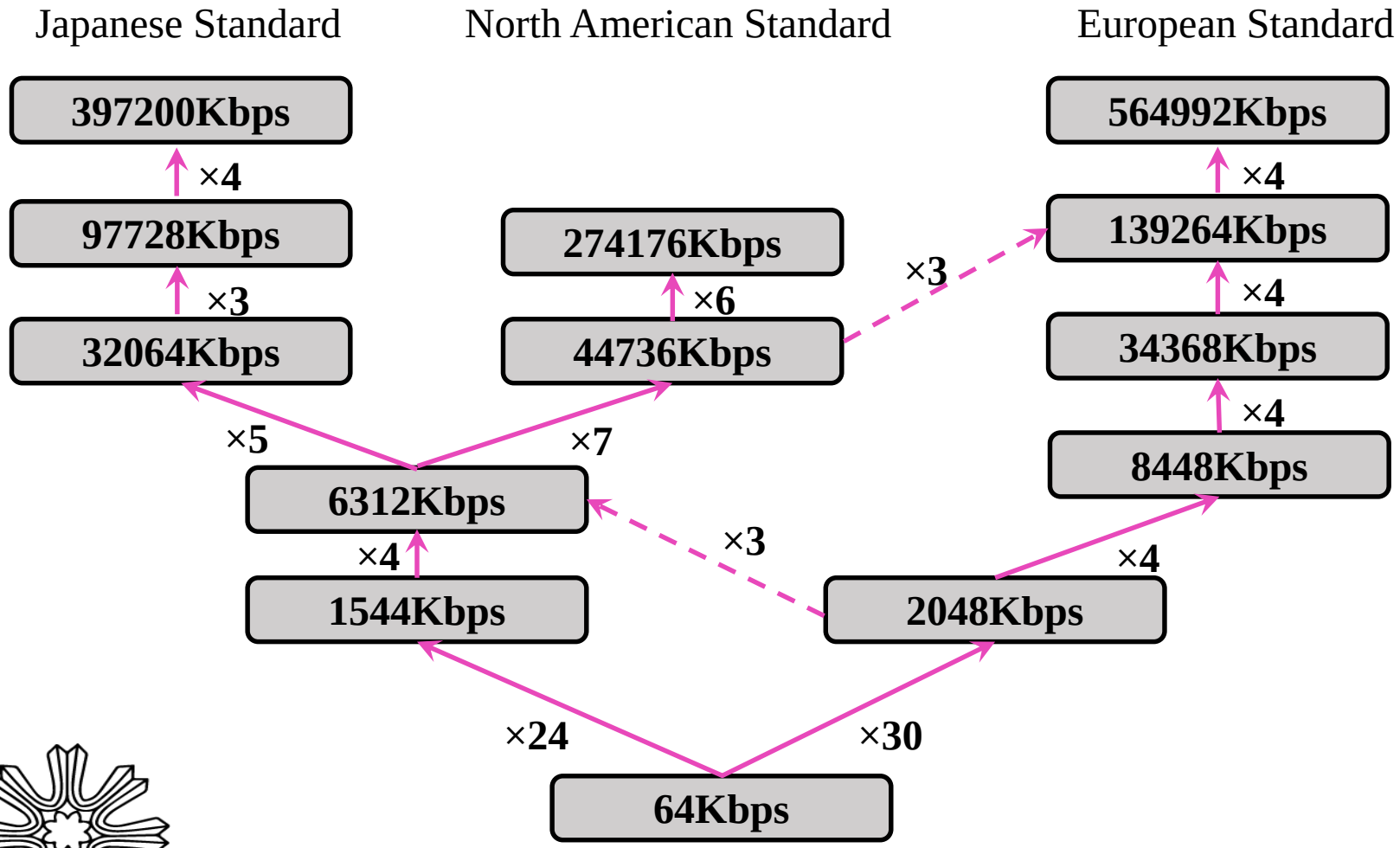


European PDH Hierarchy



ITU-T Standard	Signal Bit Rate	Frame Size (bits)	Frame per Second
G.704/732	E1(2.048Mbps+/-50ppm)	256	8000
G.742	E2(8.448Mbps+/-30ppm)	848	9962.2
G.751	E3(34.368Mbps+/-20ppm)	1536	22375
G.751	E4(139.264Mbps+/-15ppm)	2928	47562.8

SONET/SDH



اهداف طراحی:

- ✓ یکپارچه‌سازی سیستم‌های انتقال اروپایی، آمریکایی و ژاپنی
- ✓ مهیا کردن طرح مالتی پلکسینگ
- ✓ دسترسی به داده‌های هر مشترک بدون دی مالتی پلکسینگ کل سیگنال