

# مشخصات درس

• مرجع: شبکه های انتقال داده - تنبام

• فصل یک تا پنج

• نمرات

• میان ترم ۷ نمره

• پایان ترم ۷ نمره

• پروژه ۶ نمره: تعیین موضوع اول قبل عید

• تاریخ میان ترم: سه شنبه ۱۳۹۶/۲/۱۲ ساعت ۱۲-۱۴

# لایه فیزیکی

• انتقال بیت به صورت سیگنال روی کانال

• واسط های الکتریکی

• واسط های زمان بندی

5 Application

4 Transport

3 Network

2 Link

1 Physical

# مبانی نظری تحلیل فوریه

$$g(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(2\pi nft) + b_n \sin(2\pi nft)), \quad T = \frac{1}{f}$$

$$g(t+T) = g(t)$$

تابع متناوب

سری فوریه

$$\int_0^T \sin(2\pi kft) \sin(2\pi nft) dt = \begin{cases} 0 & \text{for } k \neq n \\ T/2 & \text{for } k = n \end{cases}$$

ضرایب

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \sin(2\pi nft) dt \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \cos(2\pi nft) dt \quad c = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) dt$$

# مبانی نظری سیگنال های با پهنای باند محدود

• انتقال کد اسکی حرف b که ۰۱۱۰۰۱۰

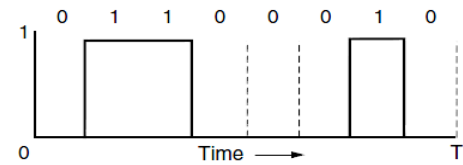
$$a_n = \frac{1}{\pi n} [\cos(\pi n/4) - \cos(3\pi n/4) + \cos(6\pi n/4) - \cos(7\pi n/4)]$$

$$b_n = \frac{1}{\pi n} [\sin(3\pi n/4) - \sin(\pi n/4) + \sin(7\pi n/4) - \sin(6\pi n/4)]$$

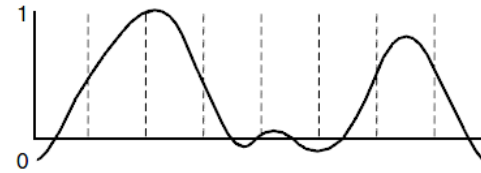
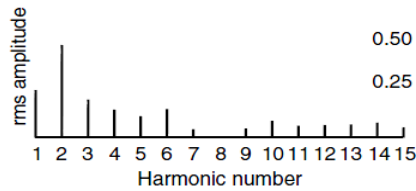
$$c = 3/4$$

# مبانی نظری سیگنال های با پهنای باند محدود

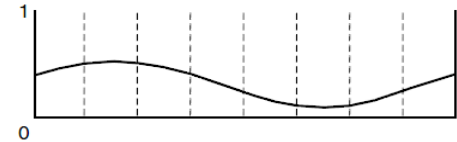
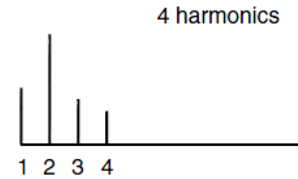
• انتقال کد اسکی حرف b که ۰۱۱۰۰۱۰



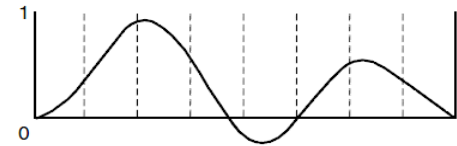
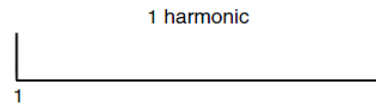
(a)



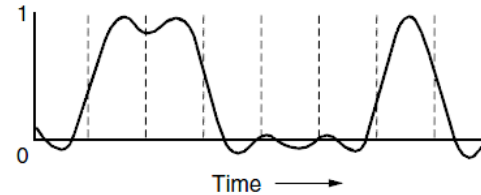
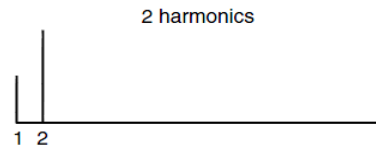
(d)



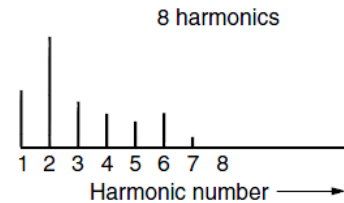
(b)



(c)



(e)



# مبانی نظری

## سیگنال های با پهنای باند محدود

- سرعت  $b$  بیت بر ثانیه  $\ll$  زمان ارسال یک بایت  $\frac{8}{b}$
- فرکانس هارمونیک اول بر حسب هرتز  $\frac{b}{8}$
- پهنای باند خط انتقال برابر  $3000$  هرتز باشد

Bps	T (msec)	First harmonic (Hz)	# Harmonics sent
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

# مبانی نظری سرعت انتقال

• حداکثر سرعت انتقال

$$\text{maximum data rate} = 2B \log_2 V \text{ bits/sec}$$

- سیگنال با پهنای باند  $B$
- سرعت نمونه برداری  $2B$
- سطوح مجزای سیگنال  $V$
- بدون نویز

• حداکثر سرعت انتقال

$$\text{maximum number of bits/sec} = B \log_2 (1 + S/N)$$

- پهنای باند کانال  $B$
- با نویز: سطح سیگنال به نویز



# مبانی نظری سرعت انتقال

## • حداکثر سرعت انتقال

- سیگنال با پهنای باند ۴۰۰۰ هرتز
- سرعت نمونه برداری ۸۰۰۰ نمونه بر ثانیه
- سطوح مجزای سیگنال ۸ سطح
- بدون نویز: سرعت ۲۴ کیلوبیت بر ثانیه

## • حداکثر سرعت انتقال

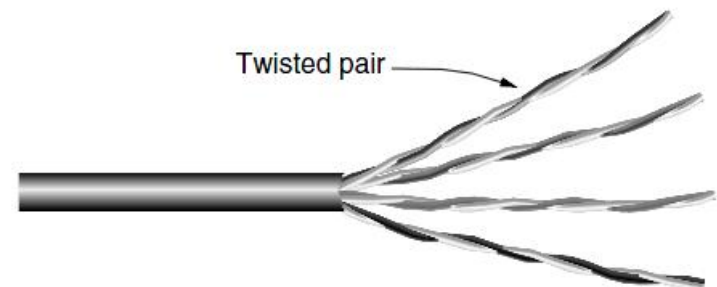
- پهنای باند کانال ۴۰۰۰ هرتز
- سیگنال به نویز ۳۰ دسی بل
- سرعت ۴۰ کیلوبیت بر ثانیه



# رسانه های انتقال هدایت شده زوج سیم به هم تابیده

- دو سیم مسی عایق دار
- سیستم تلفن ثابت
- انتقال آنالوگ و دیجیتال
- شبکه های کامپیوتری

- رده ۳: دو سیم به هم تابیده عایق دار << چهارجفت در یک پوشش پلاستیکی
- رده ۵: مانند رده ۳ فقط تعداد پیچ ها زیادتر است و عایق تلفن < تداخل کمتر



# رسانه های انتقال هدایت شده کابل هم محور

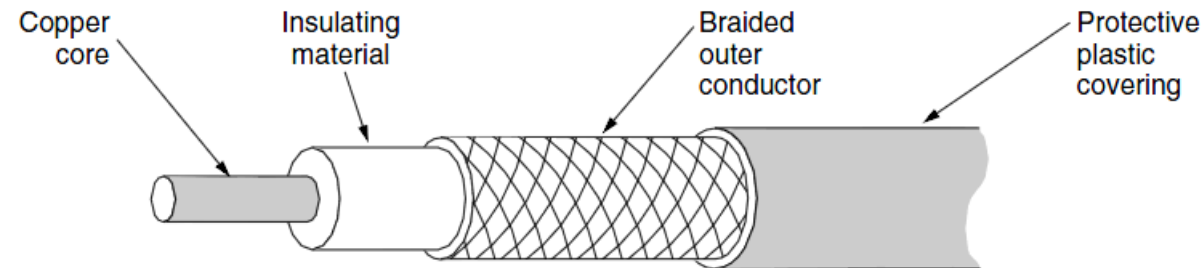
هسته: سیم مسی

عایق

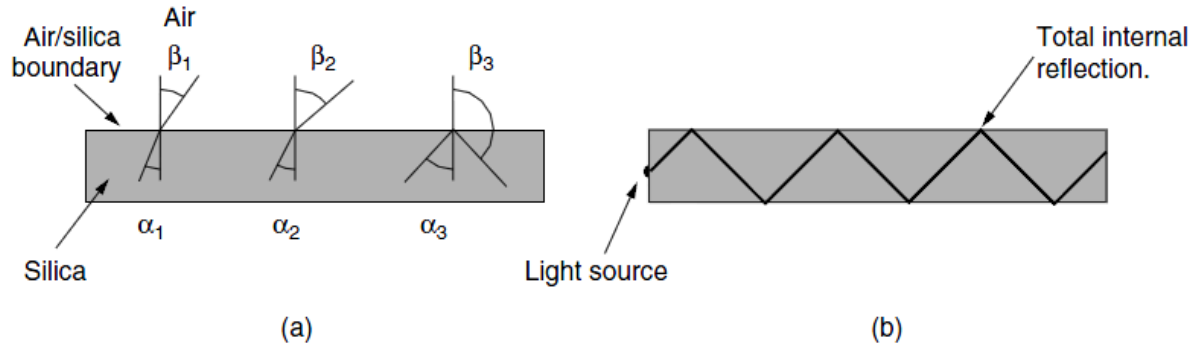
رسانای استوانه ای توری شکل

لایه محافظ پلاستیکی

پهنای باند بالا



# رسانه های انتقال هدایت شده فیبر نوری



• ایده اصلی

• سیستم انتقال نوری

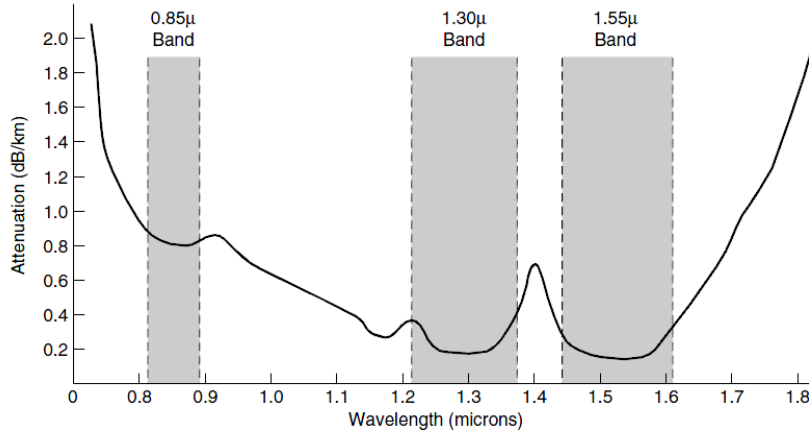
• منبع نور

• رسانه انتقال: فیبر نازک شیشه ای

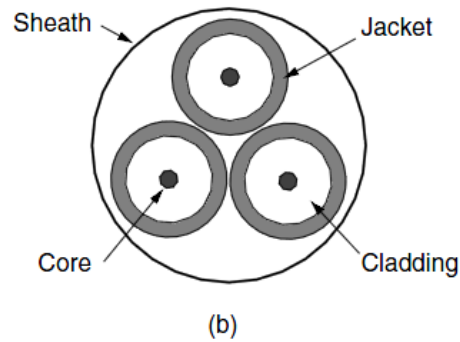
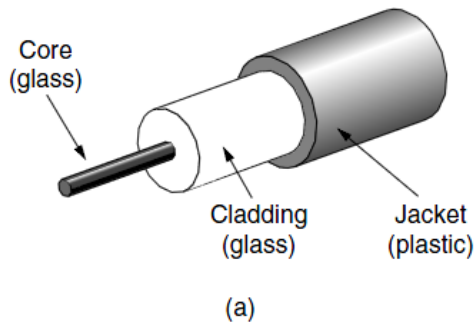
• آشکار ساز: تولید پالس الکتریکی با برخورد نور

• پالس نور  $< 1$  ---- عدم وجود نور  $<$

# رسانه های انتقال هدایت شده فیبر نوری



● باندهای اصلی



● کابل هاب فیبری

# رسانه های انتقال هدایت شده فیبر نوری

• اتصال فیبرها

• رابط ها

• مکانیکی

• ذوب کردن

• منابع نوری

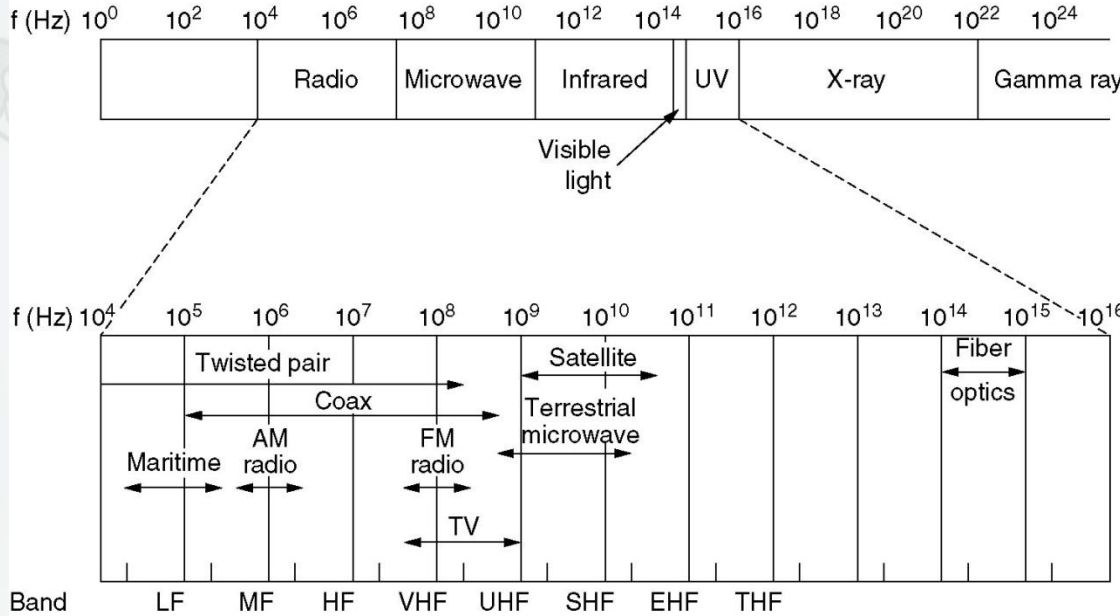
• LED و لیزر

• گیرنده ها

• دیور نوری

Item	LED	Semiconductor laser
Data rate	Low	High
Fiber type	Multimode	Multimode or single mode
Distance	Short	Long
Lifetime	Long life	Short life
Temperature sensitivity	Minor	Substantial
Cost	Low cost	Expensive

# انتقال بی سیم



طیف فرکانسی

انتقال باند باریک

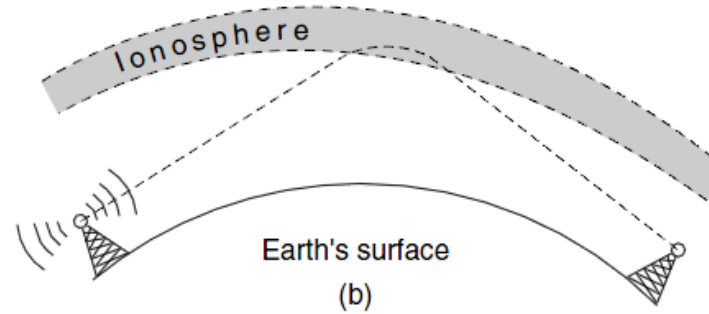
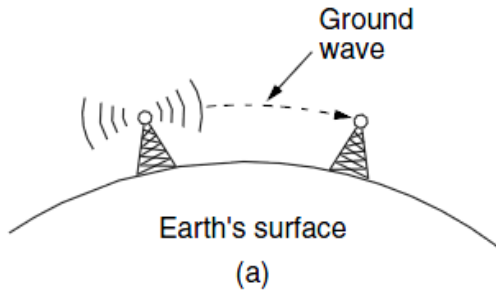
انتقال پهن باند

طیف گسترده دنباله مستقیم

طیف گسترده جهش فرکانس



# انتقال بی سیم



• انتقال رادیویی

• MF ، LF، VLF

• VHF، HF

• انتقال ماکروویو

• انتشار در خط مستقیم

• تکرار گرها < ارتفاع تکرار گرها

• نفوذ در ساختمان ها

• محو شوندگی چند مسیره



# سیاست گذاری طیف بی سیم

تخصیص طیف به کار خاص < تخصیص طیف به استفاده کننده

ITU-R

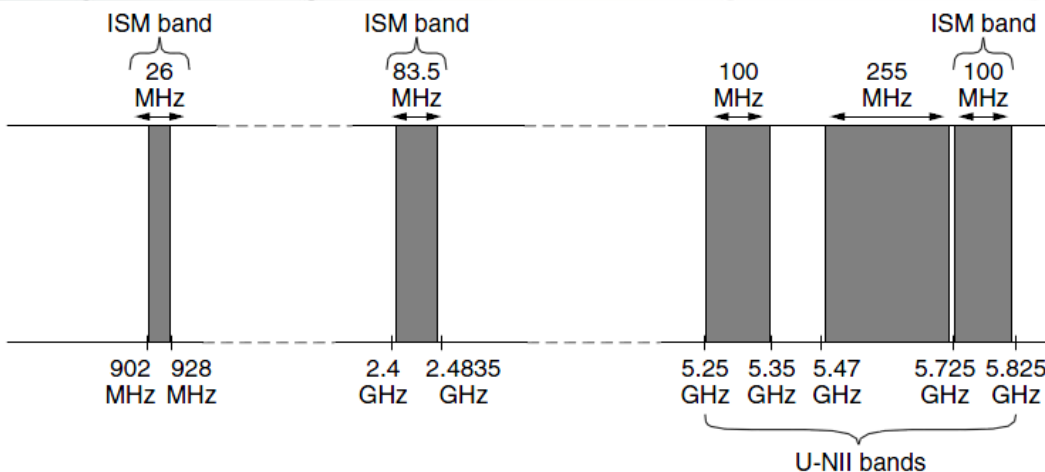
(FCC) Federal Communications Commission

باندهای ISM < عدم تخصیص < توان ارسالی

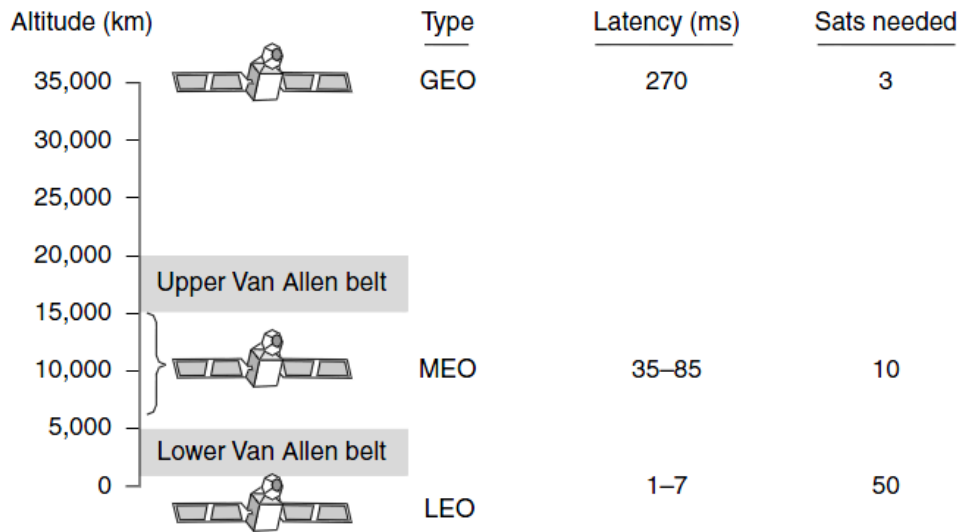
۸۰۲.۱۱ < ۹۰۰

۲.۴ < g/b < ۸۰۲.۱۱ < تداخل

۵ < a < ۸۰۲.۱۱



# ارتباط ماهواره ای



مدارها

باند‌ها

Band	Downlink	Uplink	Bandwidth	Problems
L	1.5 GHz	1.6 GHz	15 MHz	Low bandwidth; crowded
S	1.9 GHz	2.2 GHz	70 MHz	Low bandwidth; crowded
C	4.0 GHz	6.0 GHz	500 MHz	Terrestrial interference
Ku	11 GHz	14 GHz	500 MHz	Rain
Ka	20 GHz	30 GHz	3500 MHz	Rain, equipment cost

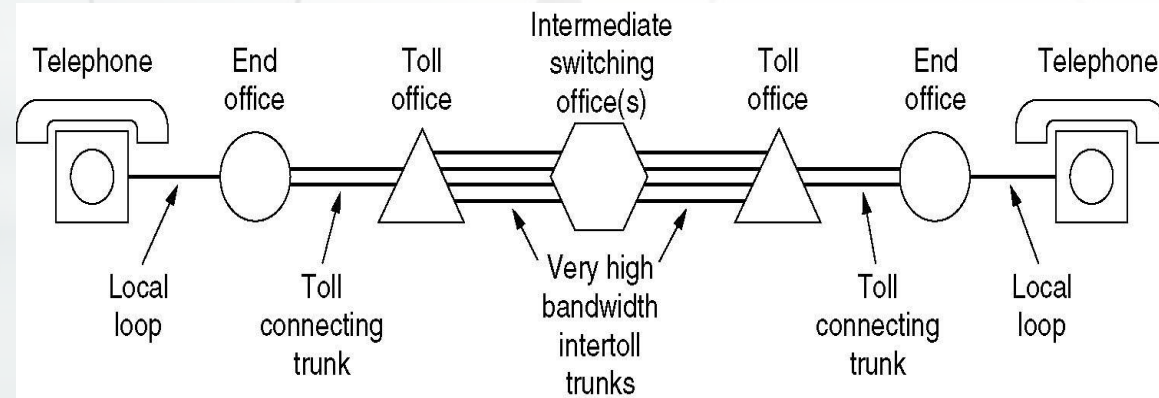
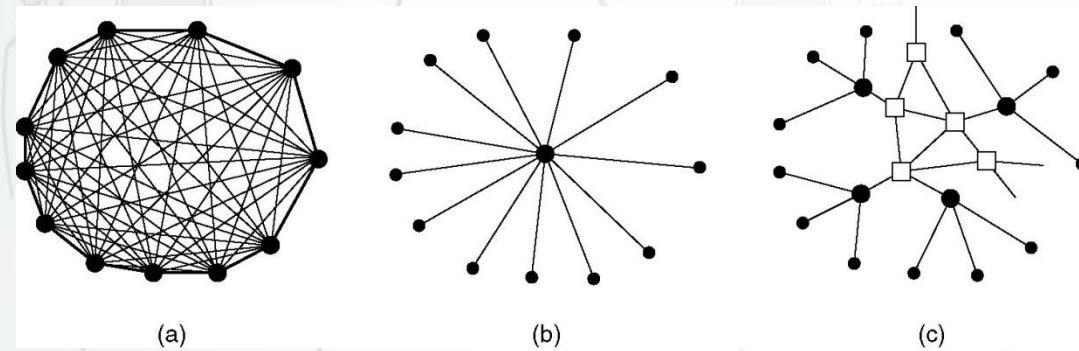
# سیستم تلفن

## ارتباطات

- اتصال کامل
- سویچ مرکزی
- سلسله مراتبی دو سطحی

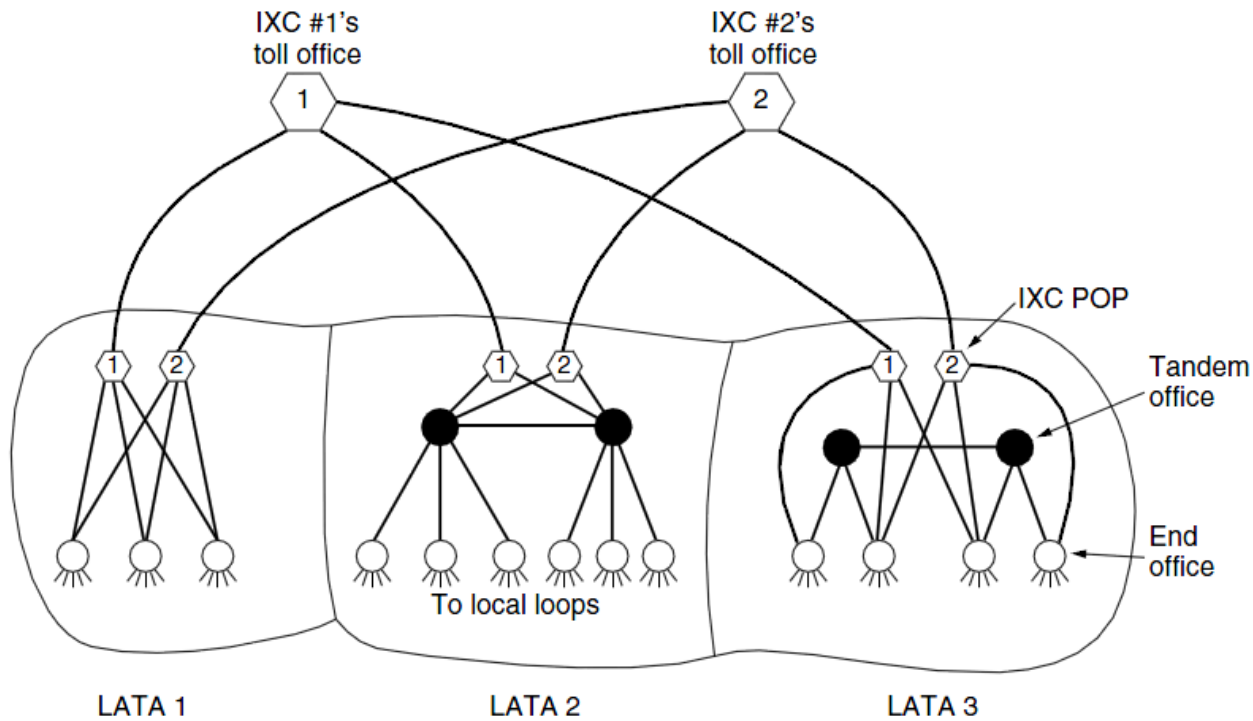
## ساختار

- خطوط محلی
- شاه سیم ها
- مراکز راه گزینی



# سیستم تلفن

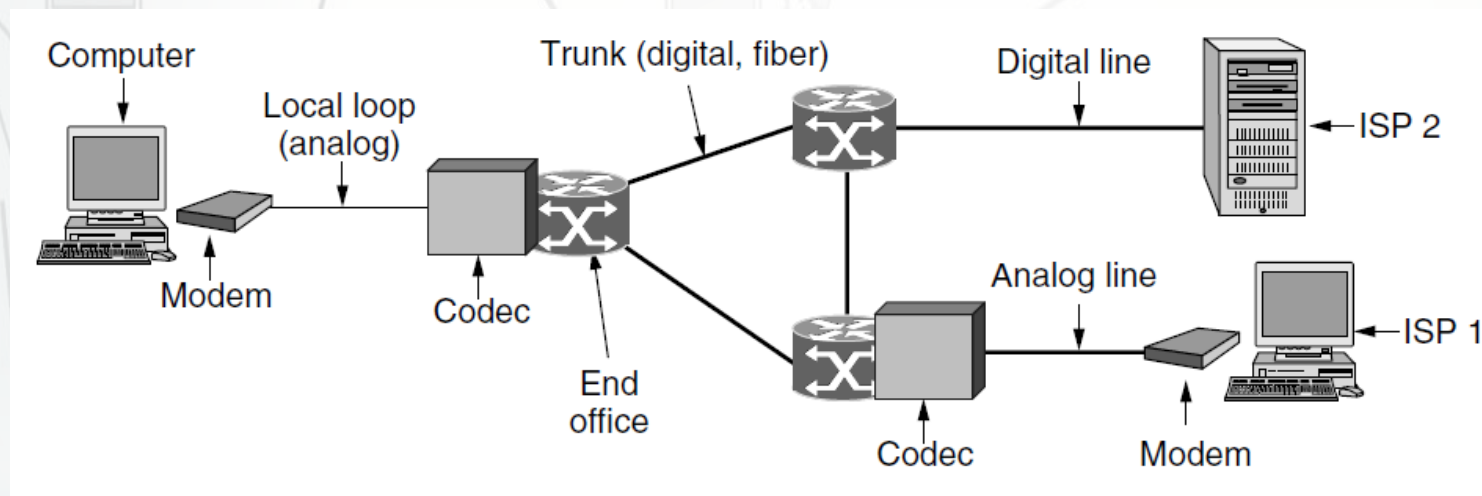
## سیاست های تلفن



# سیستم تلفن

## حلقه های محلی : مودم

ساختار:



نرخ باد: نماد بر ثانیه

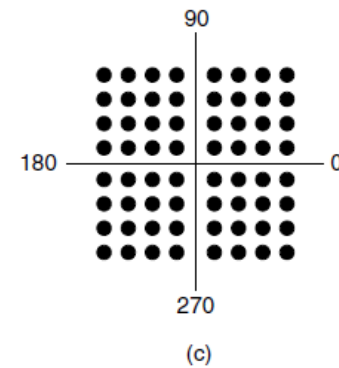
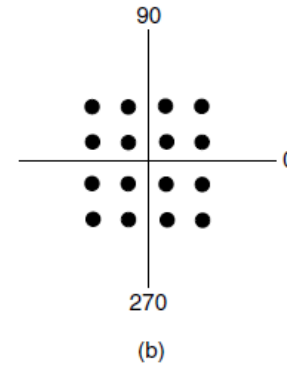
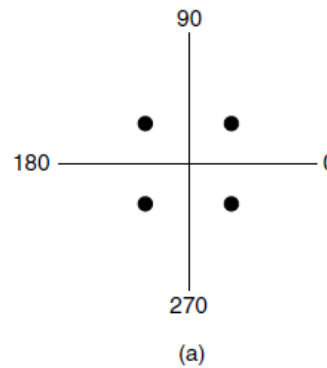
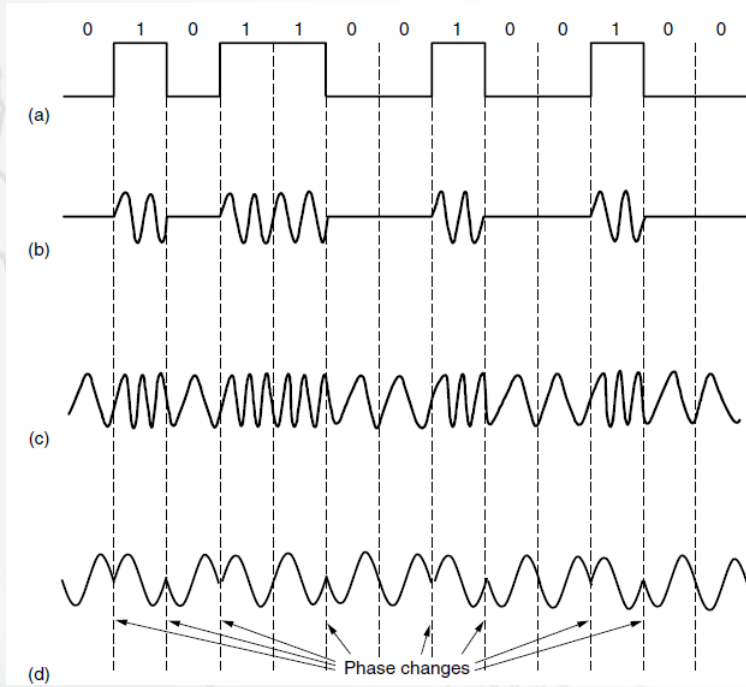
تعداد بیت در هر نماد

سرعت: نرخ باد ضرب در تعداد بیت در هر نماد

# سیستم تلفن

## حلقه های محلی : مودم

مدولاسیون



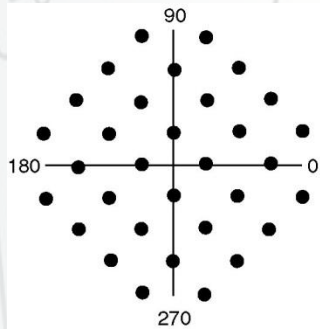


# سیستم تلفن

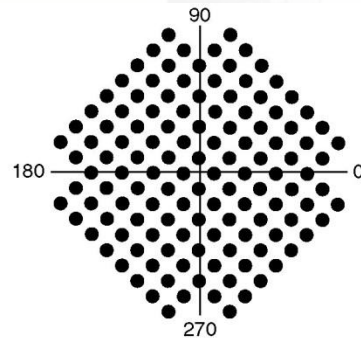
## حلقه های محلی : مودم

•  $V.32 < 1+4$  بیت در هر نماد < نرخ ۲۴۰۰ باد < نرخ بیت ۹۶۰۰

•  $V.32 \text{ bis} < 1+6$  بیت در هر نماد < نرخ ۲۴۰۰ باد < نرخ بیت ۱۴۴۰۰



(b)



(c)

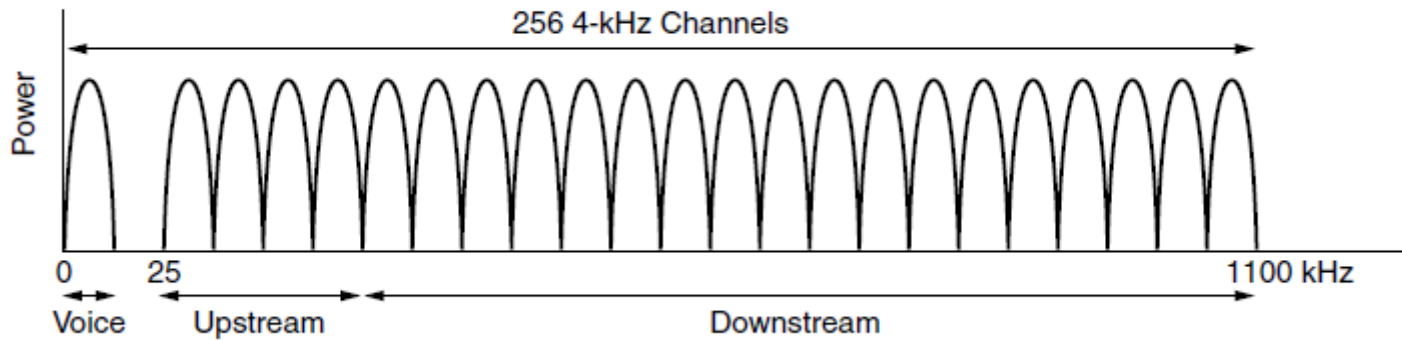
•  $V.34 < 12$  بیت در هر نماد < نرخ ۲۴۰۰ باد < نرخ بیت ۲۸۸۰۰

•  $V.34 \text{ bis} < 14$  بیت در هر نماد < نرخ ۲۴۰۰ باد < نرخ بیت ۳۳۶۰۰

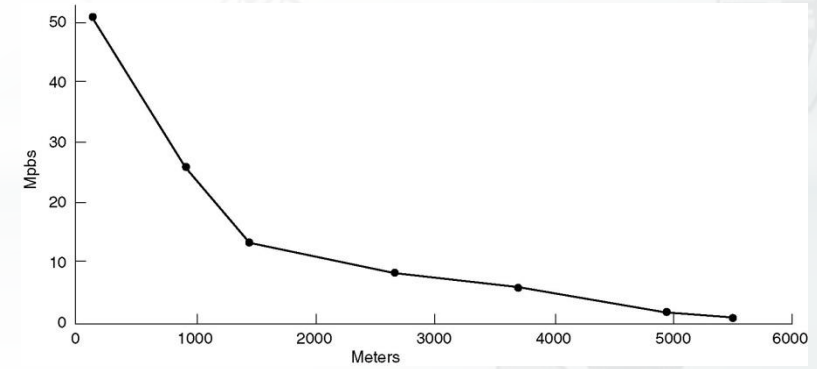
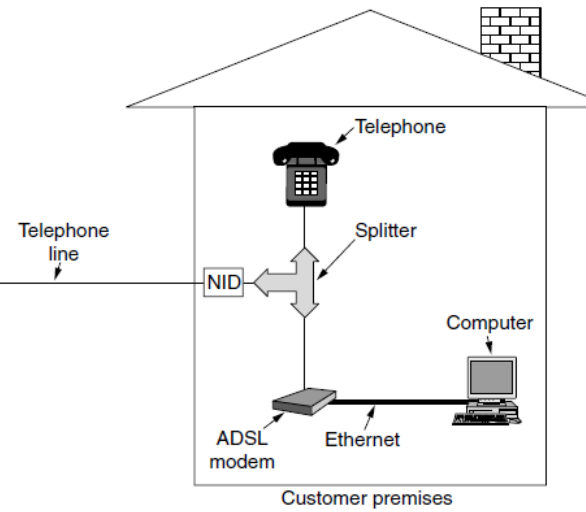
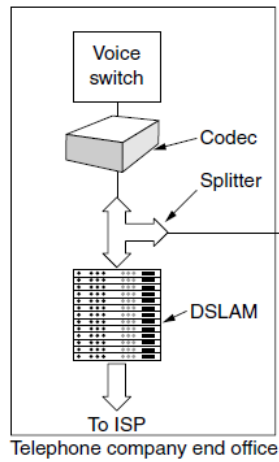
•  $V.90$  و  $V.92$



# سیستم تلفن حلقه های محلی : DSL



ایده



ساختار

# سیستم تلفن

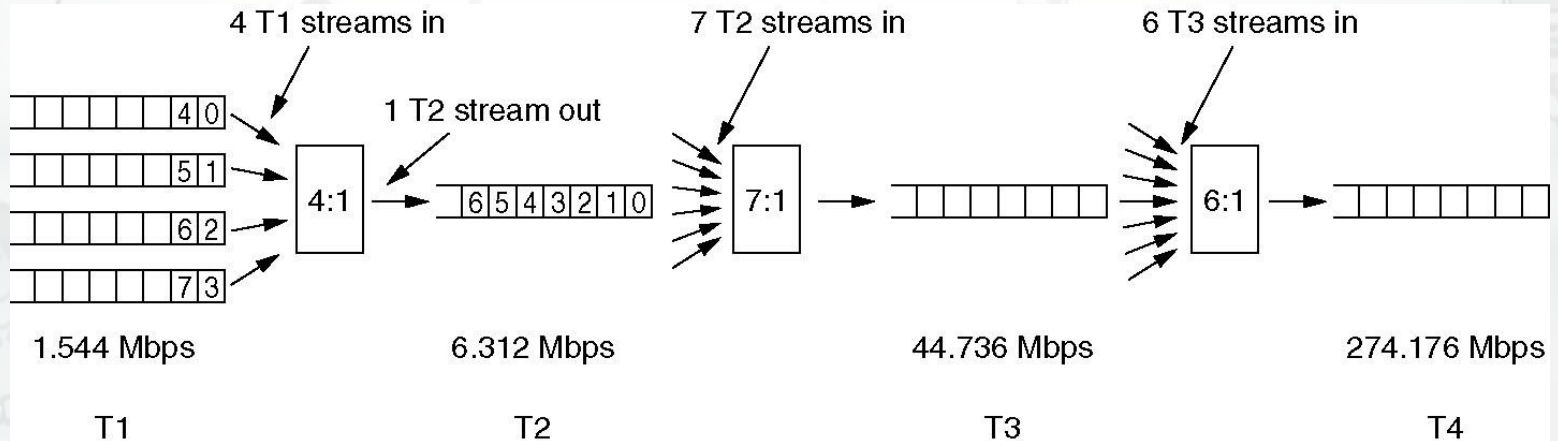
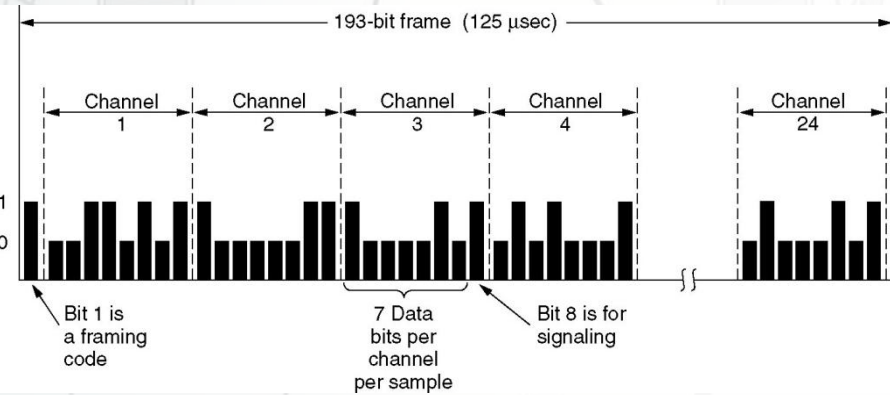
## تسهیم سازی تقسیم زمان

حامل T1 با سرعت ۱.۵۴۴ مگابیت بر ثانیه

۷ بیت داده و ۱ بیت سیگنال دهی

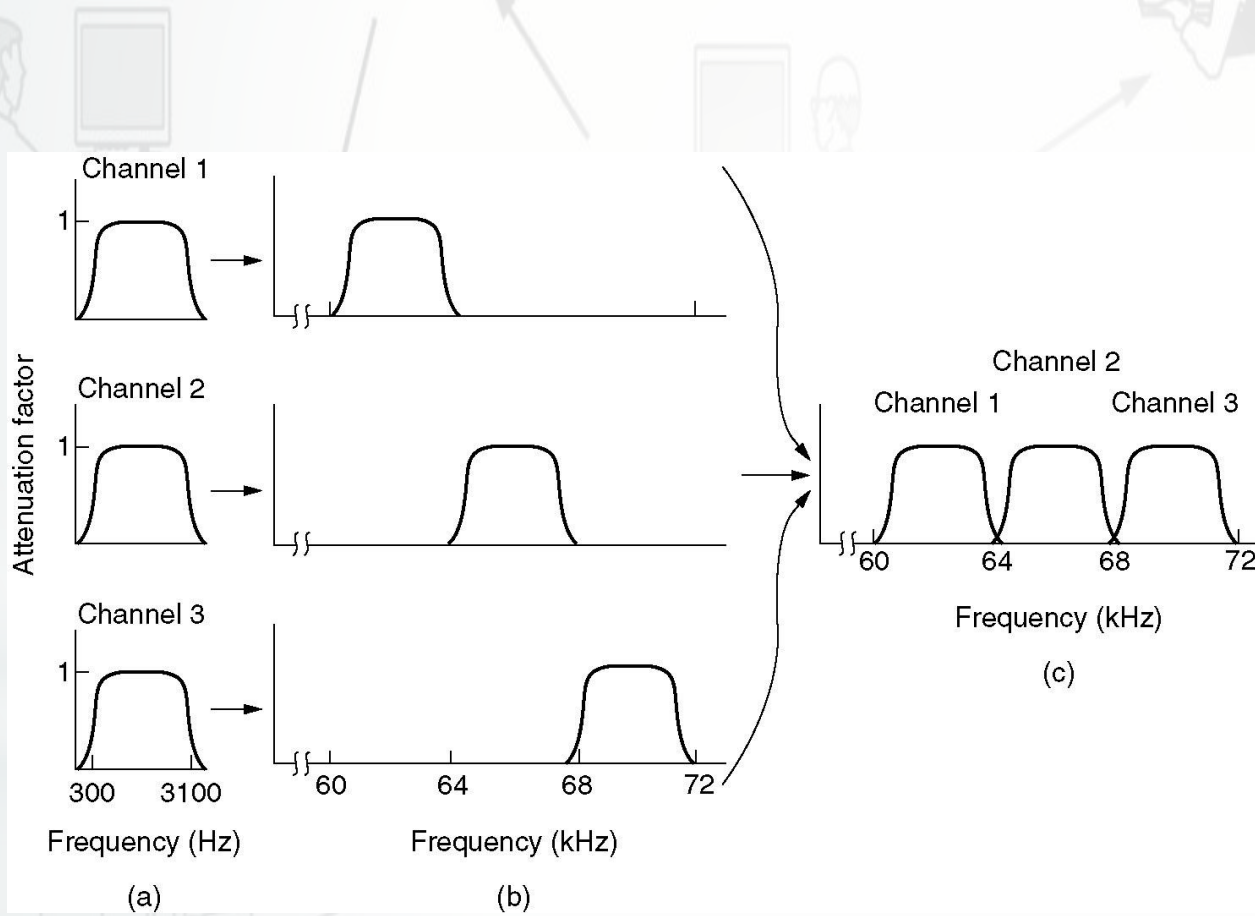
یک بیت قاب بندی

ادغام حامل ها



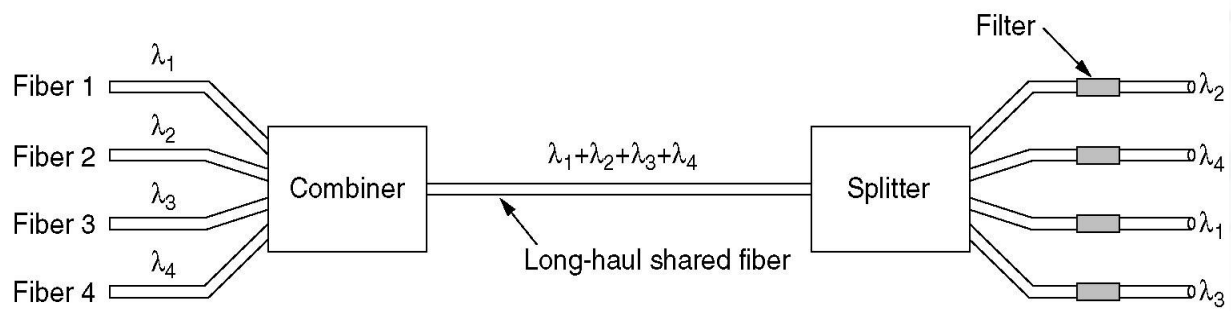
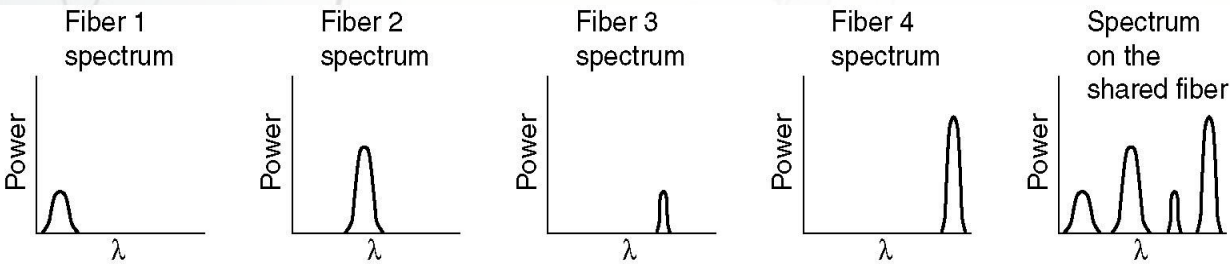
# سیستم تلفن تسهیم سازی تقسیم فرکانس

- سیگنال پیام
- انتقال فرکانسی
- کانال تسهیم شده



# سیستم تلفن تسهیم سازی تقسیم طول موج

- ورودی از چند فیبر
- هر ورودی یک طول موج
- فیبر مشترک



# راهگزینی

مداری

مسیر انتها به انتها

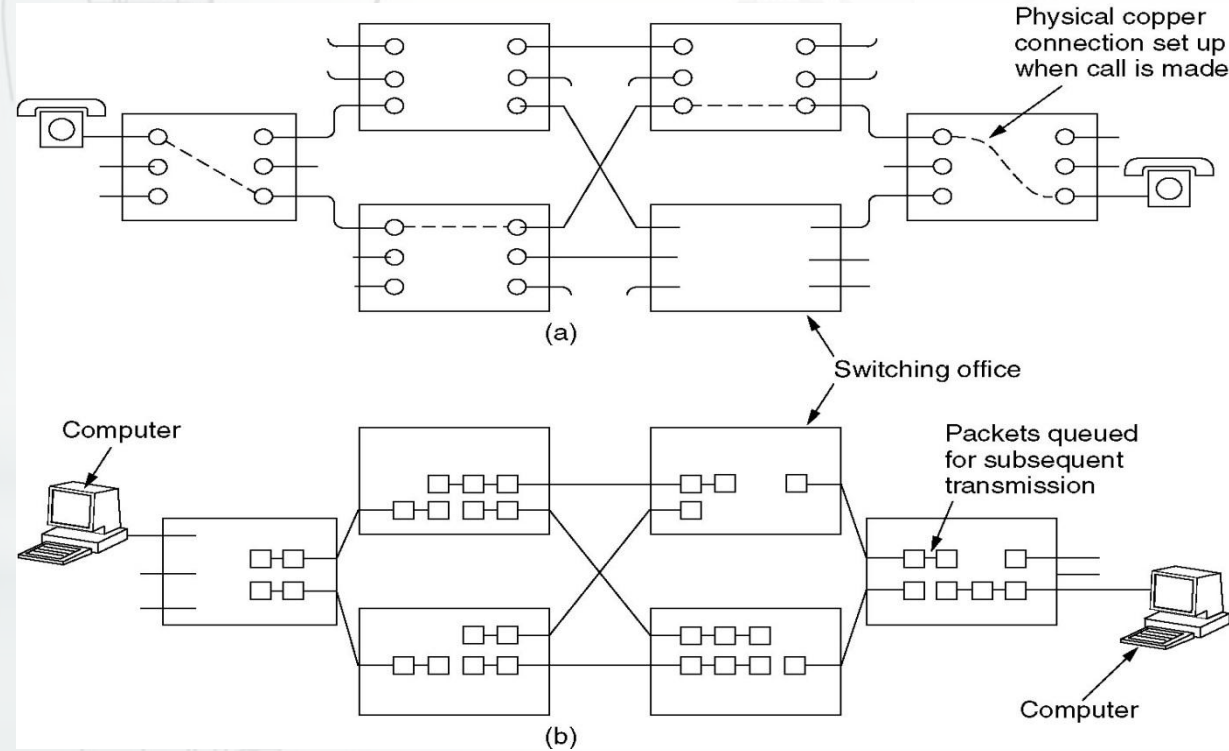
تاخیر مشخص

بسته ای

ارسال در صورت نیاز

مسیر نامعین

تاخیر متغیر



# سیستم تلفن همراه



• نسل اول:

• صوت آنالوگ

• نسل دوم

• صوت دیجیتال

• نسل سوم

• صوت و داده دیجیتال

• نسل چهارم

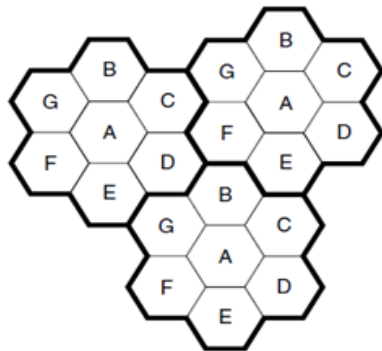
• LTE-A

• نسل پنجم

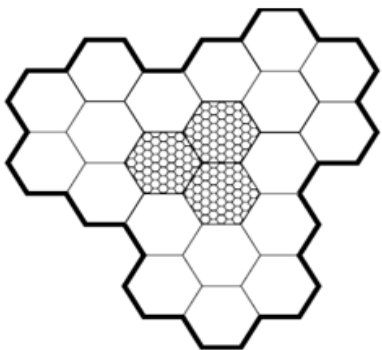


# سیستم تلفن همراه نسل اول

## Advanced Mobile Phone System (AMPS) •



(a)



(b)

• استفاده مجدد از فرکانس

• عدم استفاده در سلول های مجاور

• کوچک کردن سلولها < افزایش تعداد < افزایش ظرفیت

• دست به دست کردن

• سخت

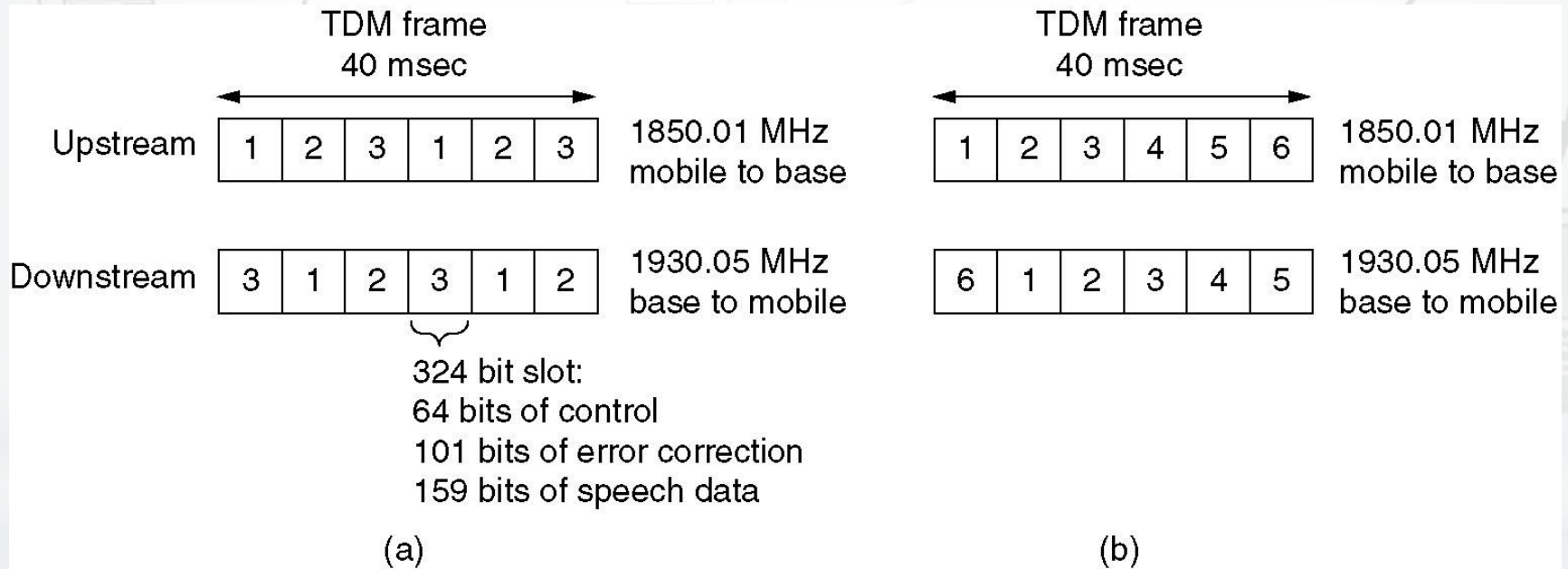
• نرم

• کانال ها < کنترل، فراخوانی، دسترسی، و داده

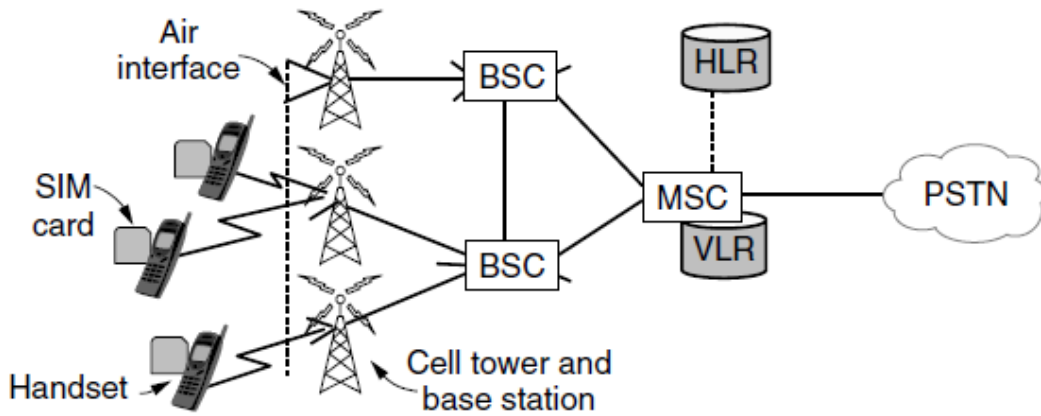


# سیستم تلفن همراه نسل دوم

## Digital AMPS •

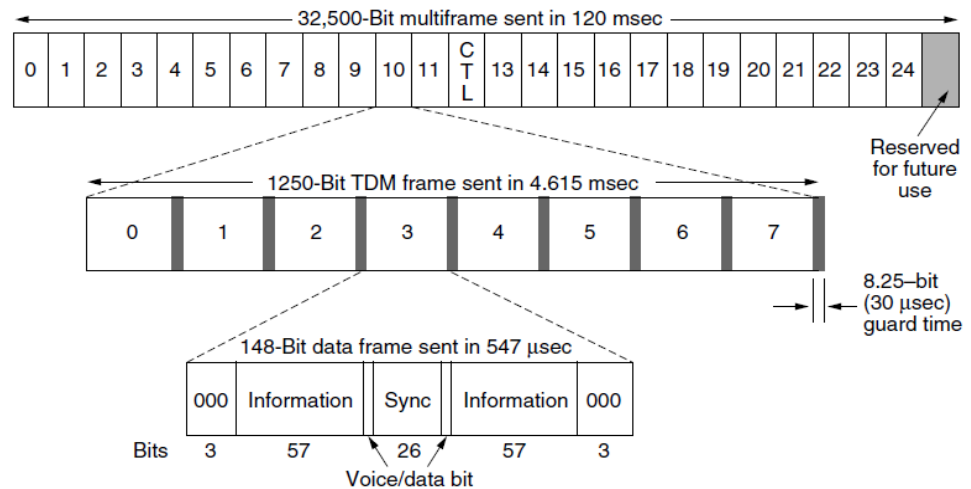
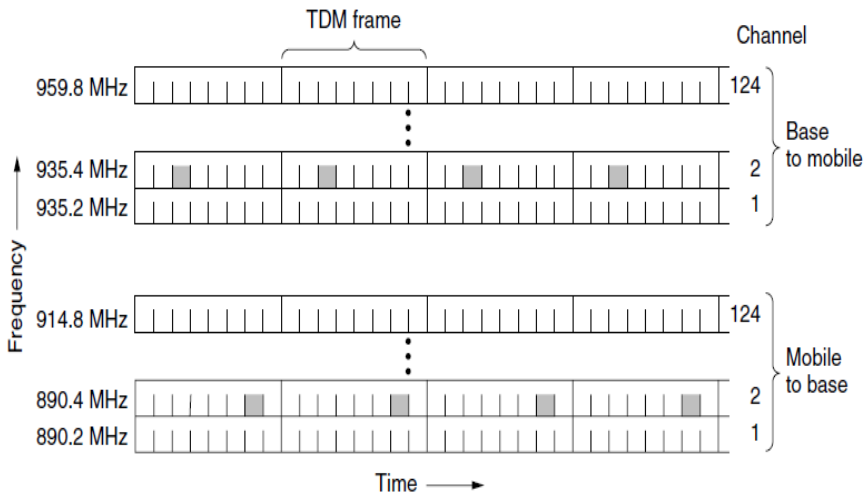


# سیستم تلفن همراه نسل دوم



## GSM

- ساختار
- کانال ها و تسهیم سازی
- ساختار فریم



# سیستم تلفن همراه نسل دوم

## CDMA

ارسال روی تمام پهنای باند

جدا سازی توسط کدها

تقسیم زمان بیت به  $m$  زمان کوتاهتر

تراشه، دنباله تراشه

$B$  بیت بر ثانیه  $< mb$  بیت بر ثانیه

کانال  $1\text{Mbps}$  و  $m=100$   $b=10\text{kbps}$

A: 0 0 0 1 1 0 1 1  
B: 0 0 1 0 1 1 1 0  
C: 0 1 0 1 1 1 0 0  
D: 0 1 0 0 0 0 1 0

(a)

A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)  
B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)  
C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)  
D: (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

(b)

Six examples:

-- 1 -	<b>C</b>	$S_1 = (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)$
- 1 1 -	<b>B + C</b>	$S_2 = (-2 0 0 0 +2 +2 0 -2)$
1 0 --	<b>A + B</b>	$S_3 = (0 0 -2 +2 0 -2 0 +2)$
1 0 1 -	<b>A + B + C</b>	$S_4 = (-1 +1 -3 +3 +1 -1 -1 +1)$
1 1 1 1	<b>A + B + C + D</b>	$S_5 = (-4 0 -2 0 +2 0 +2 -2)$
1 1 0 1	<b>A + B + C + D</b>	$S_6 = (-2 -2 0 -2 0 -2 +4 0)$

(c)

$S_1 \cdot C = (1 +1 +1 +1 +1 +1 +1 +1)/8 = 1$   
 $S_2 \cdot C = (2 +0 +0 +0 +2 +2 +0 +2)/8 = 1$   
 $S_3 \cdot C = (0 +0 +2 +2 +0 -2 +0 -2)/8 = 0$   
 $S_4 \cdot C = (1 +1 +3 +3 +1 -1 +1 -1)/8 = 1$   
 $S_5 \cdot C = (4 +0 +2 +0 +2 +0 -2 +2)/8 = 1$   
 $S_6 \cdot C = (2 -2 +0 -2 +0 -2 -4 +0)/8 = -1$

(d)

# سیستم تلفن همراه نسل سوم

• **IMT-2000**

• انتقال صوت با کیفیت بالا

• پیام رسانی

• چندرسانه ای

• اینترنت

• **W-CDMA < 5G < W-CDMA** بدون قطع تماس از **W-CDMA** وارد **GSM** شود

• **CDMA-2000**