



دانشگاه صنعتی همدان



# شبکه‌های مخابراتی

دکتر رجبی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۸-۹۹

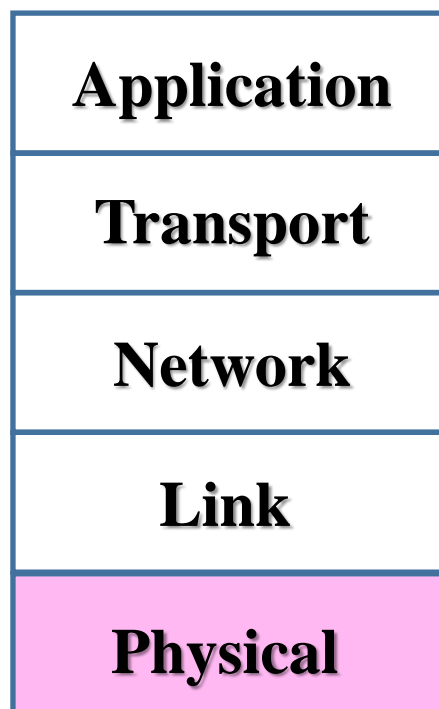
دانشگاه صنعتی همدان

گروه مهندسی برق

# مروری بر لایه فیزیکی

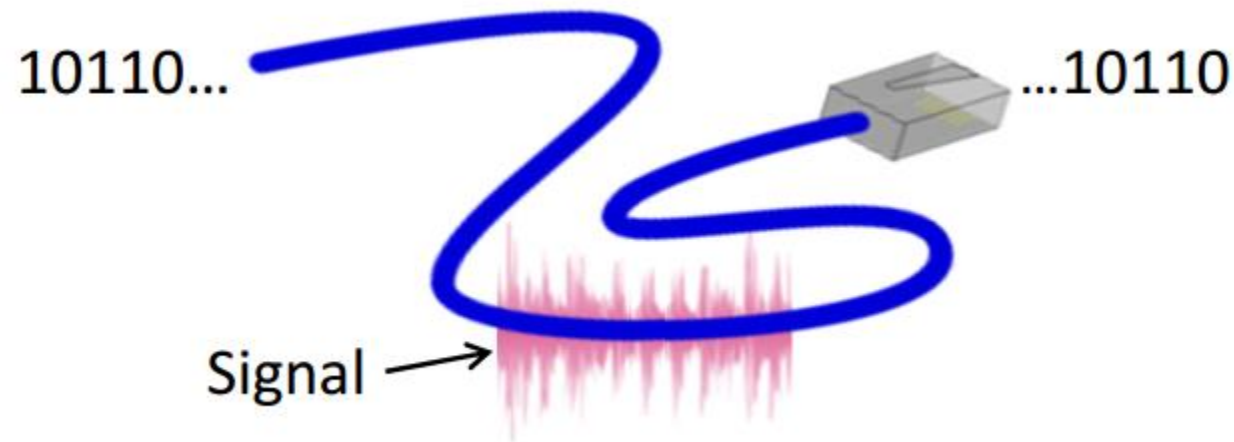
# در کدام بخش درس هستیم؟

- برای شروع کار از لایه فیزیکی شروع می کنیم.

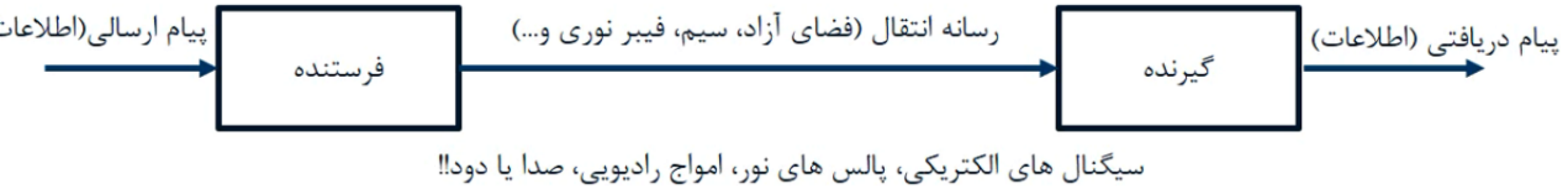


# گستره لایه فیزیکی

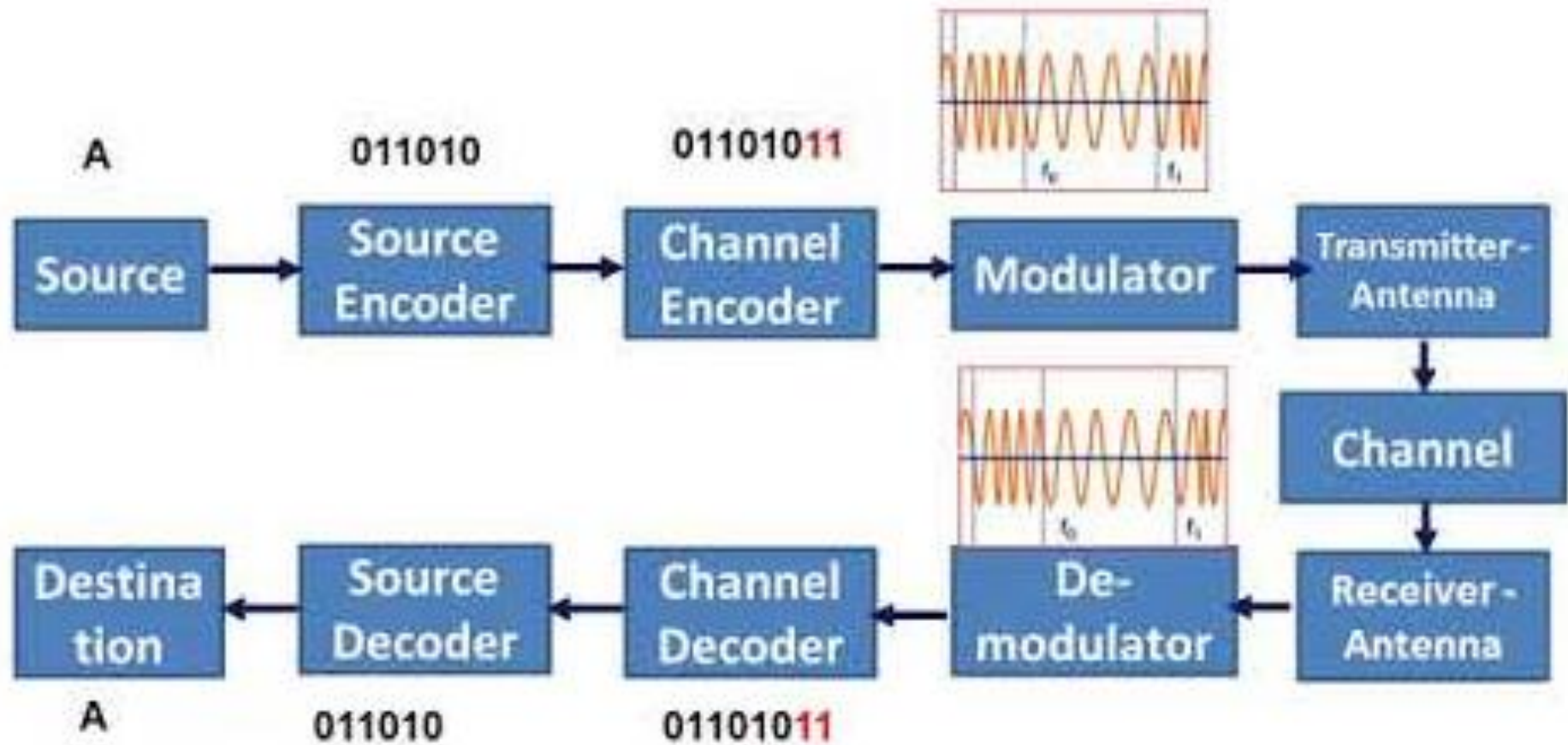
- سیگنال‌ها چگونه بیت‌های پیام را از طریق یک لینک منتقل می‌کنند؟
  - سیم‌ها و غیره، سیگنال‌های **آنالوگ** را حمل می‌کنند.
  - ما می‌خواهیم بیت‌های **دیجیتال** ارسال کنیم.



# یک نگاه کلی



# اجزای یک سیستم مخابراتی دیجیتال



# موضوعات

- خواص مدیا

سیم، فیبر نوری و بی سیم

- انتشار ساده سیگنال

پهنای باند، تضعیف و نویز

- روش های مدولاسیون

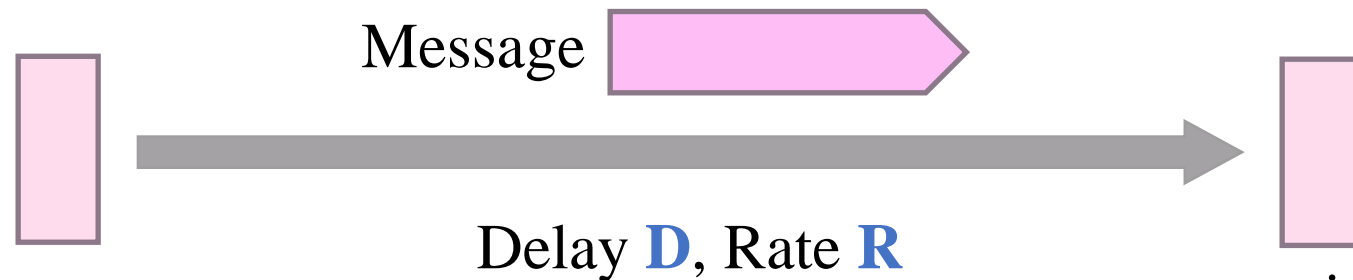
نمایش بیت ها، نویز

- محدودیت های اساسی

نایکوئیست، شانون

# مدل لینک ساده

- چکیده‌ای از کانال فیزیکی
  - نرخ (یا پهنای باند، ظرفیت، سرعت) بر حسب بیت بر ثانیه (bit/sec)
  - تأخیر بر حسب ثانیه، وابسته به طول



- سایر خواص مهم:
  - این که کانال پخش (Broadcast) است یا نه
  - نرخ خطای کانال



# تأخیر پیام (Message Latency)

- تأخیر (Latency) میزان وقفه در ارسال یک پیام توسط یک لینک است.

- تأخیر ارسال (Transmission Delay): زمان لازم برای قرار دادن M بیت پیام “روی یک سیم”

$$T\text{-delay} = M \text{ (bits)} / \text{Rate (bits/sec)} = M/R \text{ seconds}$$

- تأخیر انتشار (Propagation Delay): زمانی که برای انتشار بیت‌ها در طول سیم صرف می‌شود.

$$P\text{-delay} = \text{Length} / \text{speed of signals} = \text{Length} / \frac{2}{3}c = D \text{ seconds}$$

- با ترکیب دو بند بالا داریم :

$$L = M/R + D$$

# واحدهای متریک

- پیشوندهای اصلی که استفاده می‌کنیم:

| Prefix | Exp.   | prefix        | exp.      |
|--------|--------|---------------|-----------|
| K(ilo) | $10^3$ | m(illi)       | $10^{-3}$ |
| M(ega) | $10^6$ | $\mu$ (micro) | $10^{-6}$ |
| G(iga) | $10^9$ | n(ano)        | $10^{-9}$ |

- برای **نرخ‌ها** از توان‌های **۱۰** و برای واحدهای **ذخیره‌سازی** از توان‌های **۲** استفاده می‌شود.
  - $1 \text{ Mbps} = 1,000,000 \text{ bps}$ ,  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ bytes}$
- از B برای بایت و از b برای بیت استفاده می‌شود.

# مثال‌های تأخیر (Latency)

- Dialup با یک مودم تلفنی:

–  $D = 5 \text{ ms}$ ,  $R = 56 \text{ kbps}$ ,  $M = 1250 \text{ bytes}$

- لینک پهن‌بند میان کشوری\*

–  $D = 50 \text{ ms}$ ,  $R = 10 \text{ Mbps}$ ,  $M = 1250 \text{ bytes}$

\*الان نرخ‌های خیلی بالاتر وجود دارد. اعداد این اسلاید فقط یک مثال است.

## مثال‌های تأخیر (Latency) (۲)

- Dialup با یک مودم تلفنی:

$$D = 5 \text{ ms}, R = 56 \text{ kbps}, M = 1250 \text{ bytes}$$

$$L = 5 \text{ ms} + (1250 \times 8) / (56 \times 10^3) \text{ sec} = 184 \text{ ms!}$$

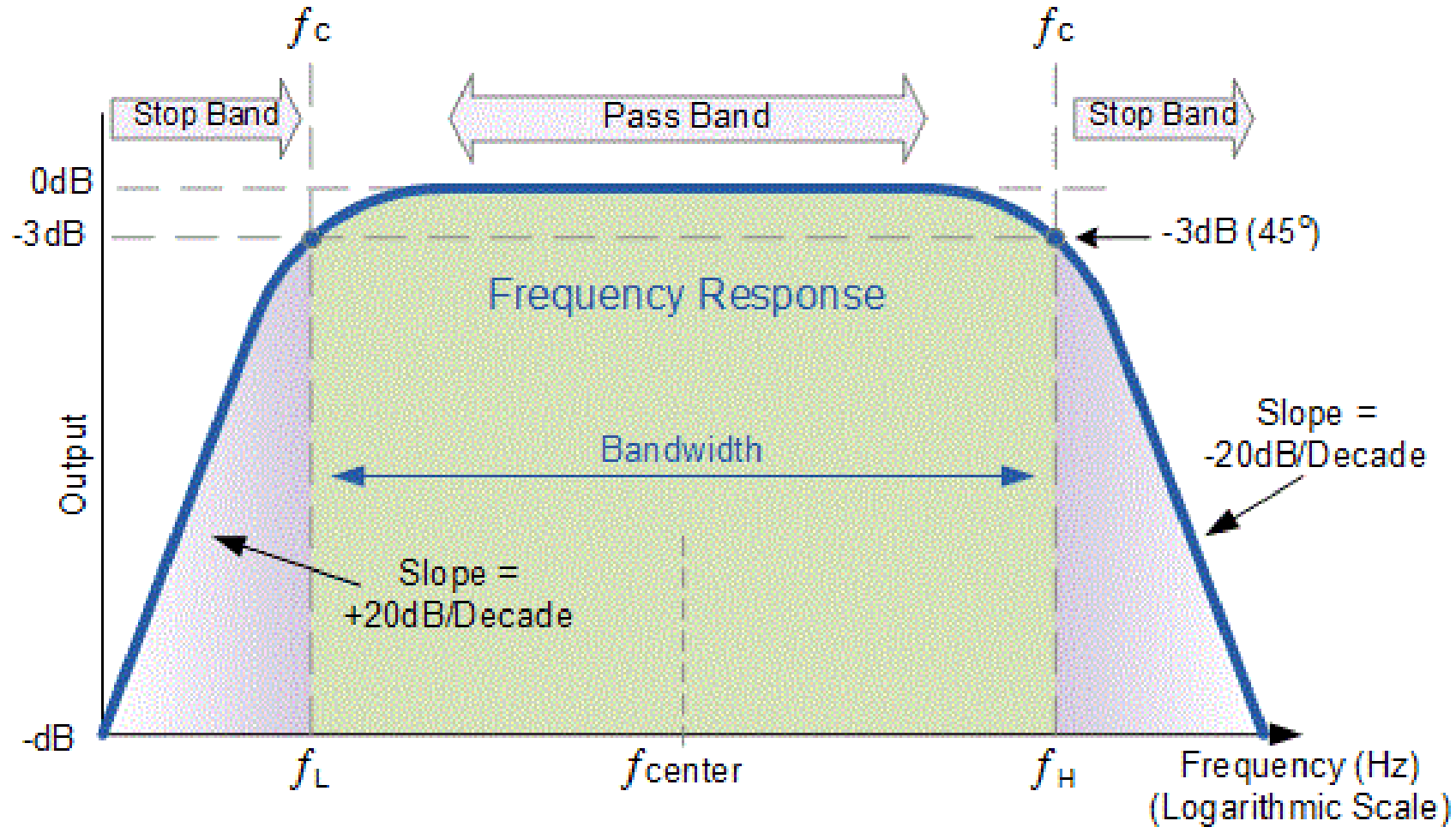
- لینک پهن‌بند میان کشوری

$$D = 50 \text{ ms}, R = 10 \text{ Mbps}, M = 1250 \text{ bytes}$$

$$L = 50 \text{ ms} + (1250 \times 8) / (10 \times 10^6) \text{ sec} = 51 \text{ ms}$$

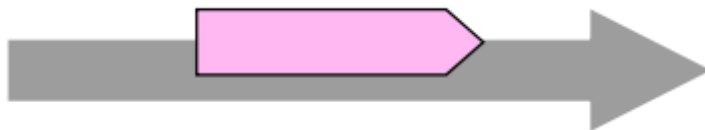
یک لینک طولانی یا یک نرخ پایین به معنای تأخیر زیاد است.  
– معمولاً یکی از این عوامل تأخیر، غالب است.

# عرض (پهنای) باند – BandWidth (BW)



# حاصل ضرب پهنای باند – تأخیر

- پیام‌ها بر روی سیم فضا اشغال می‌کنند!



- به مقدار داده در حال انتقال **Bandwidth-delay(BD) product** می‌گویند.

$$BD = R \times D$$

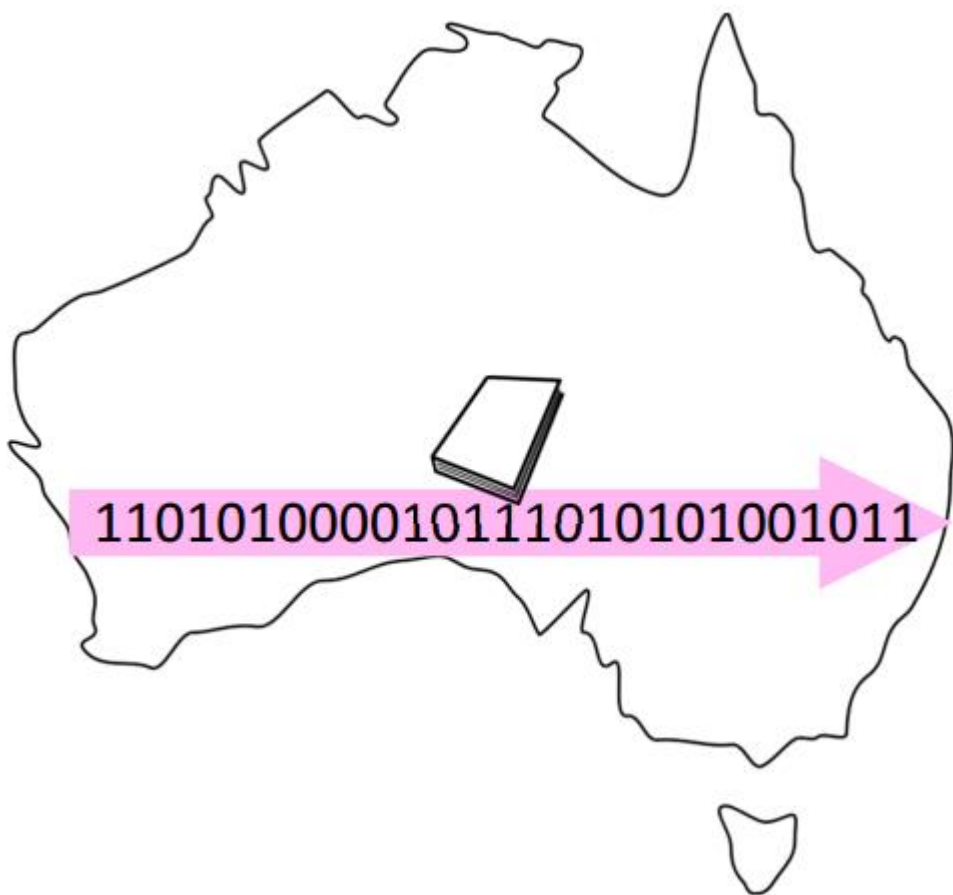
– محاسبه بر حسب بیت یا پیام

– برای LAN ها مقداری کم و برای خط‌های طولانی و پهن (long fat pipes) مقداری بزرگ است.

# مثال پهنای باند - تأخیر

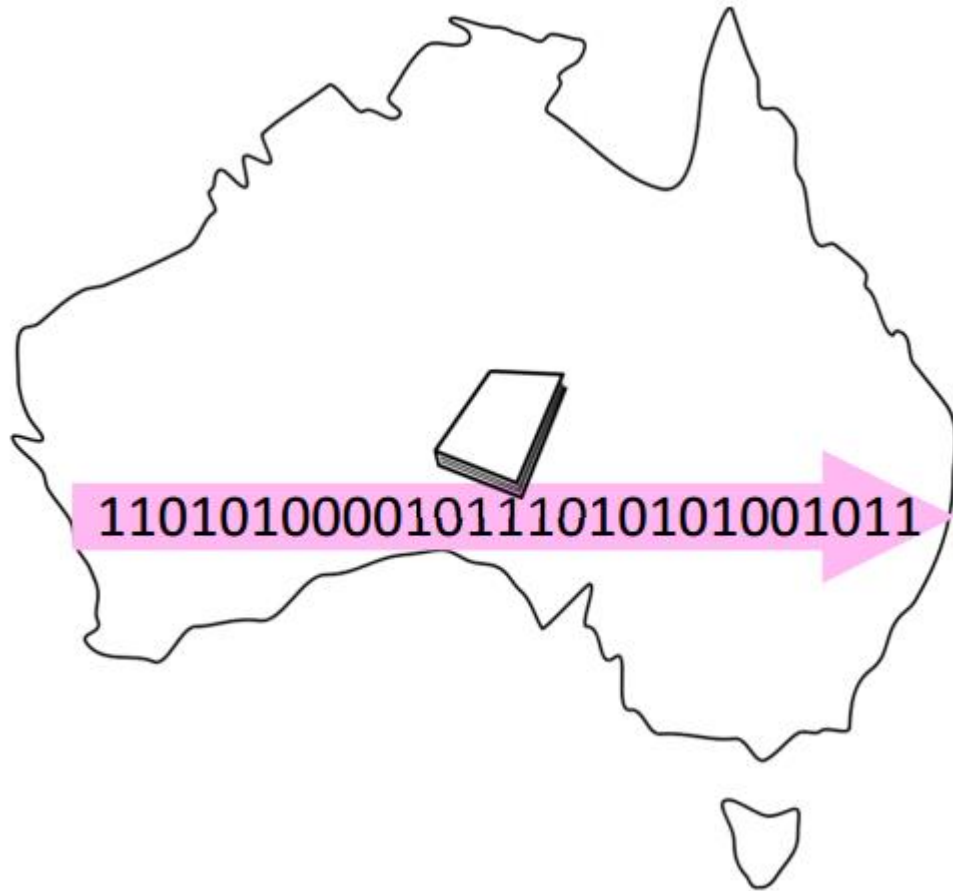
- فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور

$$R = 40 \text{ Mbps}, D = 50 \text{ ms}$$



## مثال پهنای باند – تأخیر (۲)

• فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور

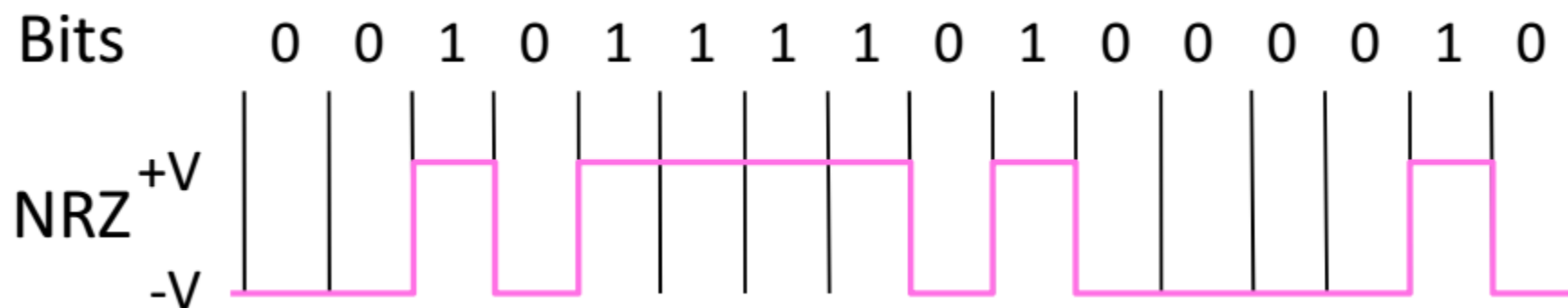


$$\begin{aligned} R &= 40 \text{ Mbps}, D = 50 \text{ ms} \\ BD &= 40 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-3} \text{ bits} \\ &= 2000 \text{ Kbit} \\ &= 250 \text{ KB} \end{aligned}$$

این مقدار بسیار زیادی دیتا درون شبکه است.



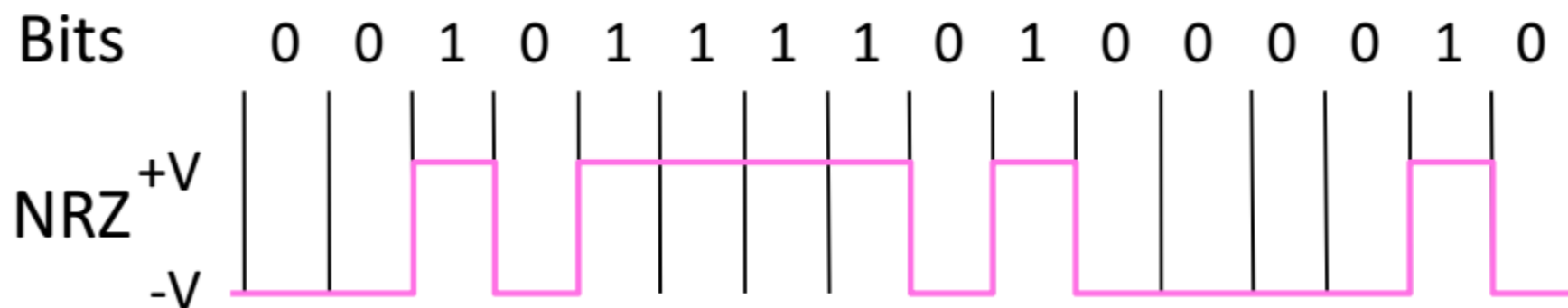
## محدودیت پهنای باند



1 bit in  $1\mu\text{Sec}$   $\Rightarrow$  Data Rate = 1 000 000 bits/sec

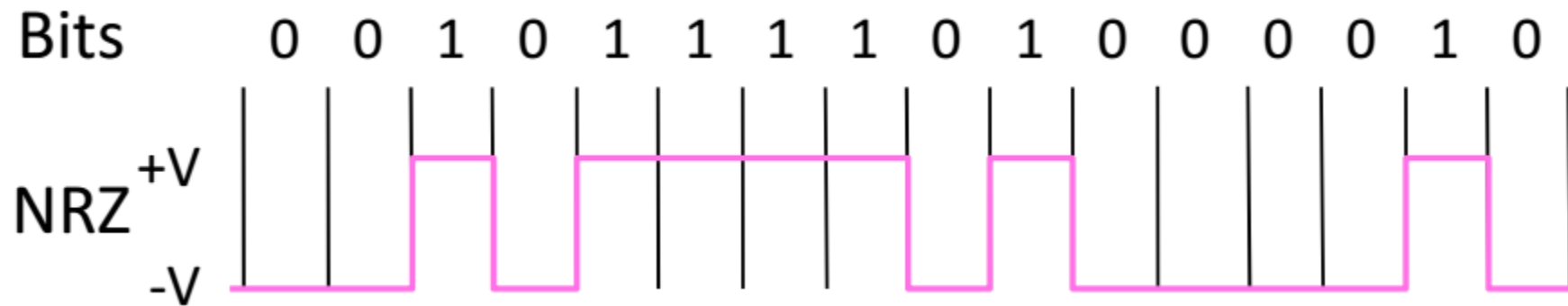
Main harmonic frequency for 8 bits = ?

## محدودیت پهنای باند



1 bit in  $1\mu\text{Sec}$   $\Rightarrow$  Data Rate = 1 000 000 bits/sec = 1Mbps  
Time for passing 8 bits (1Kbits) = 8  $\mu\text{Seconds}$

## محدودیت پهنای باند



1 bit in  $1\mu\text{Sec}$   $\Rightarrow$  Data Rate = 1 000 000 bits/sec = 1Mbps

Time for passing 8 bits (1Kbits) = 8  $\mu\text{Seconds}$

$$\text{Main Harmonic Frequency} = \frac{1}{8\mu\text{Sec}} = 0.125 \text{ MHz}$$

$$\text{Highest Harmonic Frequency} = \frac{\text{BW}}{0.125 \text{ MHz}}$$

## محدودیت پهنای باند

| 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                |

**Figure 2-2.** Relation between data rate and harmonics for our example.