

编码与调制

日期: 2024 年 10 月 17 日

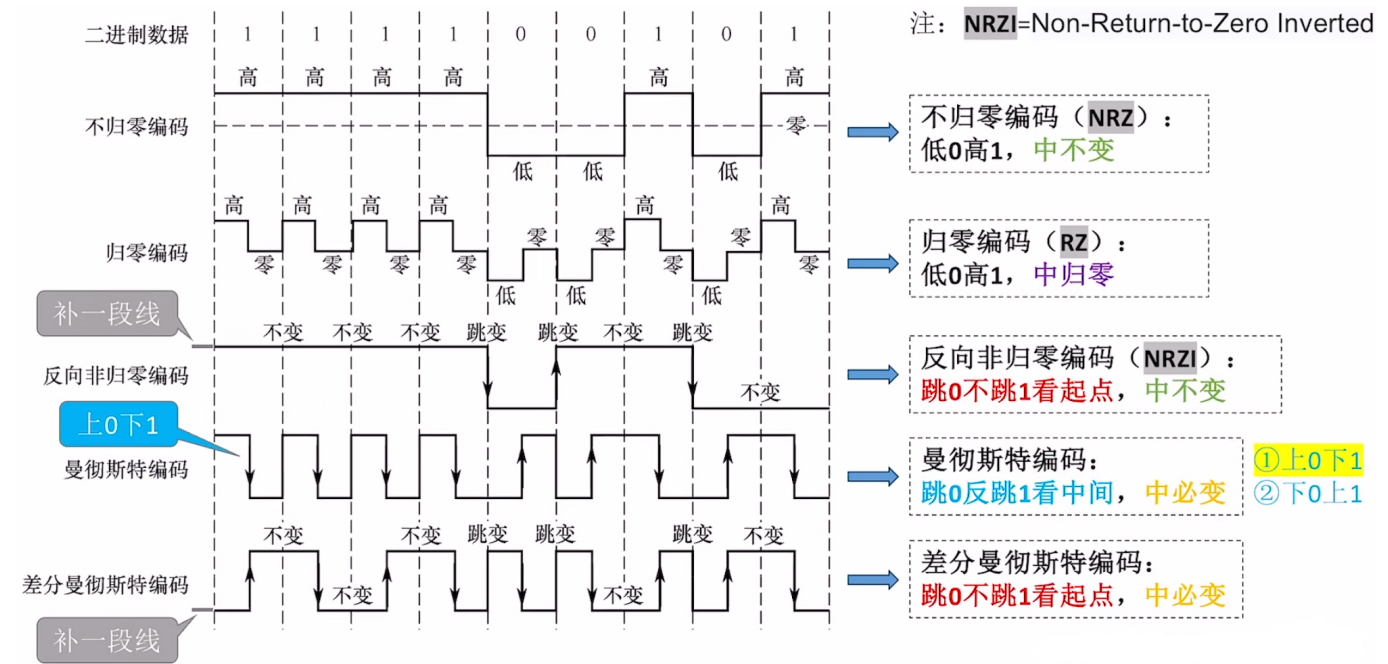
知识总览

- 概念：编码&解码、调制&解调
 - 常用的编码方法
 - 不归零编码（NRZ）
 - 归零编码（RZ）
 - 反向非归零编码（NRZI）
 - 曼彻斯特编码
 - 差分曼彻斯特编码
 - 常用的调制方法
 - 调幅（AM）
 - 调频（FM）
 - 调相（PM）
 - 正交幅度调制（QAM）
-

编码&解码、调制&解调

- **变换器**：将二进制数据转换为信号
- **反变换器**：将信号转换为二进制数据
- **编码&解码**
 - **编码**：二进制数据 \rightarrow 数字信号
 - **解码**：数字信号 \rightarrow 二进制数据
 - **有线网络适配器（编码-解码器）**
- **调制&解调**
 - **调制**：二进制数据 \rightarrow 模拟信号
 - **解调**：模拟信号 \rightarrow 二进制数据
 - **光猫（Optical modem，调制-解调器）**

常见编码方法



- 不归零编码 (NRZ) : 低 0 高 1, 中不变
 - 需要额外一条时钟线统一节奏
- 归零编码 (RZ) : 低 0 高 1, 中归零
 - 统一节奏, 避免误差
- 反向非归零编码 (NRZI) : 跳 0 不跳 1 看起点, 中不变
 - NRZI: Non-Return-to-Zero Inverted
- 曼彻斯特编码: 跳 0 反跳 1 看中间, 中必变
 - 默认!!! : 上跳为 0, 下跳为 1
 - 也有下跳为 0, 上跳为 1
- 差分曼彻斯特编码: 跳 0 不跳 1 看起点, 中必变
 - 跳变节奏有利于信号同步
 - 抗干扰能力更强

各种编码特点

- 自同步能力: 信源和信宿可以根据信号完成“节奏同步”, 无需时钟信号

编码	自同步能力	浪费带宽	抗干扰能力
不归零编码	无	不浪费	弱
归零编码	有	浪费	弱

编码	自同步能力	浪费带宽	抗干扰能力
反相非归零编码	若增加冗余位 (eg: 8+1bit) , 可支持自同步	浪一点, 但不多	弱
曼彻斯特编码	有	浪费	强
差分曼彻斯特编码	有	浪费	很强

- **注意：**反相非归零编码可以每 8 个 bit 增加一个 0，手动实现自同步
- **例题 1**

【2015年408真题_34】

34. 使用两种编码方案对比特流 01100111 进行编码的结果如下图所示，编码 1 和编码 2 分别是（ ）。

比特流: 0 1 1 0 0 1 1 1

编码1: [波形: 0高1低, 1高1低, 1高1低, 0高1低, 0高1低, 1高1低, 1高1低, 1高1低]

编码2: [波形: 0低1高, 1低1高, 1低1高, 0低1高, 0低1高, 1低1高, 1低1高, 1低1高]

曼彻斯特①上0下1

A. NRZ 和曼彻斯特编码

B. NRZ 和差分曼彻斯特编码

C. NRZI 和曼彻斯特编码

D. NRZI 和差分曼彻斯特编码

不归零编码（NRZ）：
低0高1，中不变

曼彻斯特编码：
跳0反跳1看中间，中必变

反向不归零编码（NRZI）：
跳0不跳1看起点，中不变

差分曼彻斯特编码：
跳0不跳1看起点，中必变

思考：给你二进制串和信号波形，如何判断是曼彻斯特or差分曼彻斯特？

技巧：两种编码都是“中必变”，如果中间跳变方向和二进制能够一一对应，就是曼彻斯特

• 例题 2

【2021年408真题_34】

34. 若下图为一段差分曼彻斯特编码信号波形，则其编码的二进制位串是（ ）。

不跳 跳 不跳 不跳 不跳 跳 跳 不跳

下 下 上 下 上 上 上 下

如果是曼彻斯特：
①上0下1: 11010001
②下0上1: 00101110

A. 1011 1001

B. 1101 0001

C. 0010 1110

D. 1011 0110

差分曼彻斯特编码：
跳0不跳1看起点，中必变

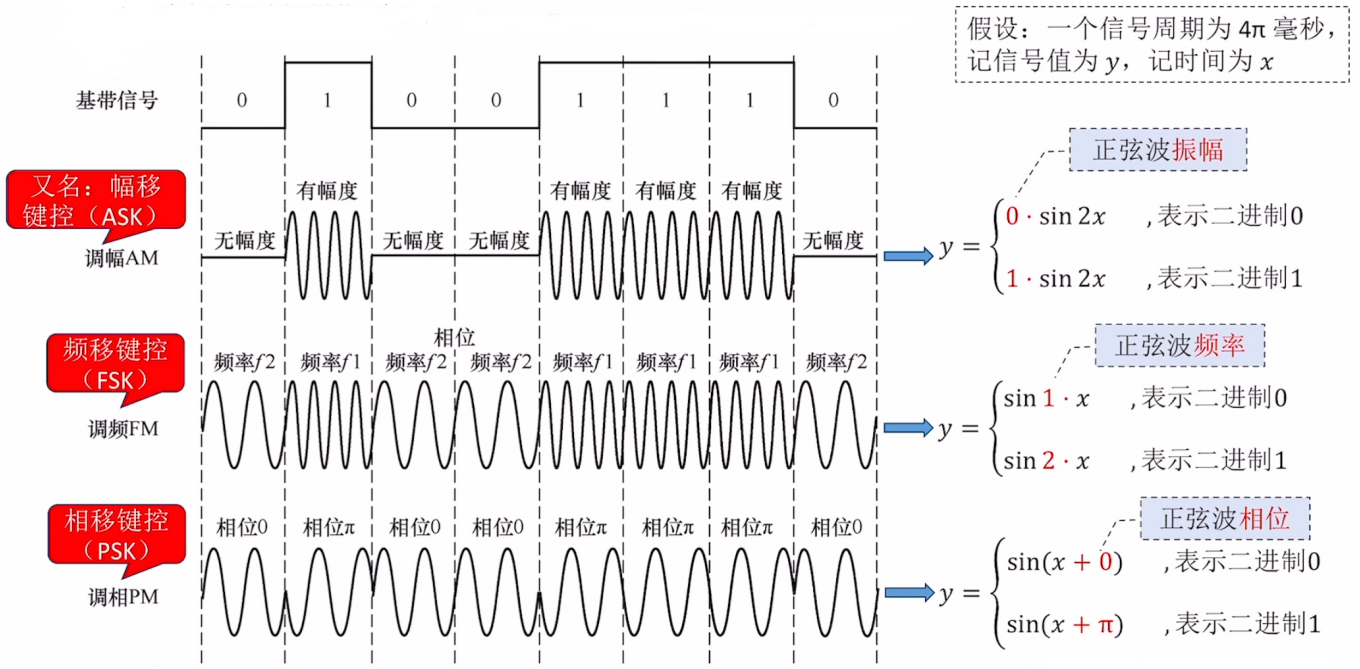
曼彻斯特编码：
跳0反跳1看中间，中必变

思考：给你二进制串和信号波形，如何判断是曼彻斯特or差分曼彻斯特？

技巧：两种编码都是“中必变”，如果中间跳变方向和二进制能够一一对应，就是曼彻斯特

- **注意：**也不排除考察上 1 下 0 的曼彻斯特编码

常见调制方法



- **基带信号**：来自信源的数字信号，需**调制**后才能在某些信道上传输
- **调幅 AM**：又名幅移键控（**ASK**），0 和 1 的幅度不同
- **调频 FM**：又名频移键控（**FSK**），0 和 1 的频率不同
- **调相 PM**：又名相移键控（**PSK**），0 和 1 的相位不同
- **如何让一个码元携带更多比特数？**
 - **FM**：设计 K 个幅值
 - **PM**：设计 K 个频率
 - **PM**：设计 K 个相位
 - **效果**：1 码元 = $\log_2 K$ 比特

正交幅度调制（QAM）

- 若设计**m 中幅值、n 种相位**，则将 AM、PM 两种信号“复合”，可以调制出**mn 种符号**，则此 QAM 有 1 码元 = $\log_2 mn$ bit
- **注意**
 - 上述信号可称为**QAM-mn**
 - **QAM-n**的意思是有 n 种信号的 QAM 调制方案
 - 例如**QAM-16**就是调制 16 种信号，1 码元携带比特数为 $\log_2 16 = 4$
- **例题 3**

34. 在一条带宽为 200 kHz 的无噪声信道上，若采用 4 个幅值的 ASK 调制，则该信道的最大数据传输速率是（ ）。
A. 200 kbps B. 400 kbps C. 800 kbps D. 1600 kbps

◦ 答案：C

• 例题 4

在无噪声情况下，若某通信链路的带宽为 3kHz，采用 4 个相位，每个相位具有 4 种振幅的 QAM 调制技术，则该通信链路的最大数据传输速率是（ ）。
A. 12kbps B. 24kbps C. 48kbps D. 96kbps

◦ 答案：B

总结：各种编码的特点

	不归零 (NRZ)	归零 (RZ)	反向不归零 (NRZI)	曼彻斯特编 码	差分曼彻斯特编 码
自同步能力	无	有	若增加冗余位 可实现自同步	有	有
浪费带宽?	无	浪费	不太浪费	浪费	浪费
抗干扰能力	弱	弱	弱	强	强

- 在题目中，以太网默认使用曼彻斯特编码