

## 2014 年春通信系统期末考试 (A)

1. (15 分) 某城市公交卡使用的是非接触的 IC 卡, 其主要原理如下:

射频读写器向 IC 卡发一组固定频率的电磁波, 卡片内有一个 IC 串联谐振电路, 其频率与读写器发射的频率相同, 这样在电磁波激励下,  $LC$  谐振电路产生共振, 从而使电容内有了电荷; 在这个电荷的另一端, 接有一个单向导通的电子泵, 将电容内的电荷送到另一个电容内存储, 当所积累的电荷达到  $2V$  时, 此电容可作为电源为其他电路提供工作电压, 将卡内数据发射出去或接受读写器的数据。

IC 卡的主要技术指标如下: 工作频率:  $13.56MHz$ ; 通讯速率:  $106KBoud$ ; 读写距离:  $2.5 - 10cm$ ; 读写时间:  $1 - 2ms$ 。

如果需要将其读写距离扩展到  $50 - 100cm$ , 请列出影响作用距离的主要因素以及可能的改造方案 (至少从三个角度)。

2. (15 分) 某城市的通信服务公司提供了 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, 非对称数字用户环路) 与基于以太网技术 (Ethernet) 的小区宽带两种上网服务, 其宣传的上网速率都是  $2Mbps$ , 但有技术人员称由于网络中并发上网用户的数量不断变化, ADSL 是真正可保证  $2Mbps$  的上网方式, 而基于以太网的小区宽带  $2Mbps$  是“伪宽带”, 无法保证  $2Mbps$ 。试分析解释这种说法的技术原因, 可能的因素包括传输方案、网络结构、各个网络设备单元的异同。

3. (10 分) 计算: OFDM 信道估计与均衡

设一个 OFDM 系统共有 1024 个子载波, 其中奇数子载波为导频, 偶数子载波为数据 (QPSK 调制)。子载波 1、3、5、7、9 上发射的导频数据为:

$$[p_1 \ p_3 \ p_5 \ p_7 \ p_9]^T = [1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$$

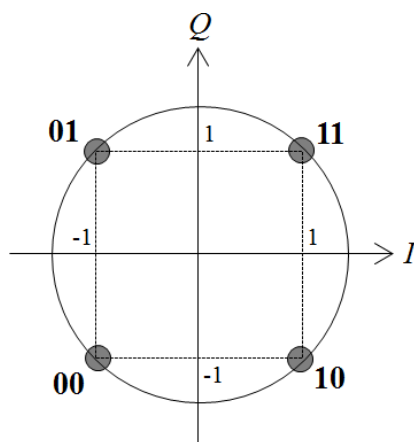
子载波 1~9 上接收到的数据为:

$$[d_1 \ d_2 \ d_3 \ d_4 \ d_5 \ d_6 \ d_7 \ d_8 \ d_9]$$

为:

$$[1.6 + 1.4j \ 3.52 \ -1.6 - 1.8j \ 2.85j \ 1.4 + 1.2j \ -3.01 \ -1.4 - 1.6j \ -3.4j \ 2.0 + 1.8j]$$

已知 QPSK 比特/符号映射关系如下图所示:



试解码 2、4、6、8 子载波上的信息比特 (提示: 用导频做信道估计, 再估计发射信号)。

4. (10 分) 计算: OFDM 参数

一个 CP-OFDM 系统,子载波数为 512,其中导频载波 64 个,CP 长度为 32 个采样符号(单倍采样),CP 和数据块组成一帧,一帧时长 0.272ms。采用 QPSK 调制,2/3 码率的 LDPC 编码,求系统带宽,频谱利用率和数据传输率。

5. (10 分) 计算: 载噪比

一个 1W 的数字发射机将信号送到具有 20dB 增益的天线,馈天线损耗为 6dB,广播频率为 2GHz,接收天线增益为 20dB,位于 40km 外,馈天线损耗为 1dB,低噪下变频单元的噪声指数为 5dB,信道带宽为 8MHz。求最终的载噪比。

注:载噪比  $C/N$ =等效发射天线功率-路径损耗(取自由空间损耗 FSL)+等效接收天线增益-LNB 噪声指数-噪声指数。

噪声功率= $k \times T_0 \times F \times B$ , 其中  $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$  为玻尔兹曼常数,  $T_0 = 290K$  取为常温温度,  $F = 10^{\frac{NF}{10}}$  为噪声系数,  $B$  为带宽。

6. (15 分) 简答: 数字电视技术

(1) 与 ATSC 标准相比, DVB-T、ISDB-T、DTMB 在调制方式上的最大不同是什么,带来了什么好处?

(2) DVB-T2 的星座图旋转在什么条件下带来了何种增益? 简要阐述理由。

(3) 我国的数字电视标准 DTMB 采用了 TDS-OFDM 制式,其中 PN 序列的使用是它的一大特点。请简述 PN 序列在 TDS-OFDM 传输与接收中的作用。

7. (15 分) 简答: 自组织网络

(1) 总结自组织网络五个层次、各层的主要功能模块。

(2) 说明跨层设计的必要性(至少三个方面)。

8. (10 分) 简答: 干扰

现代无线通信系统的传播环境相当复杂,无线通信系统面临各种干扰。

(1) 说明最典型的三种干扰。

(2) 总结能够抗干扰的技术,并简要说明抗干扰的原理(至少三种技术)。

选做题 (20 分)

计算: 信道容量

(1) 无线信道的功率随着距离下降的关系为:

$$P_r(d) = P_1 \left( \frac{d_0}{d} \right)^3, \quad d_0 = 10m$$

信道带宽为  $B = 30kHz$ , AWGN 的功率谱密度为

$$\frac{N_0}{2}, \quad N_0 = 10^{-9} W/Hz$$

设发射功率为 1W, 求解手段与发射端相距  $d = 100m$  和  $d = 1km$  时的信道容量。

(2) 频域选择性信道容量计算: 假设时不变分块衰落信道在  $f > 0$  的频率响应为:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & f_c - 20\text{MHz} \leq f \leq f_c - 10\text{MHz} \\ 0.5 & f_c - 10\text{MHz} \leq f < f_c \\ 2 & f_c \leq f \leq f_c + 10\text{MHz} \\ 0.25 & f_c + 10\text{MHz} \leq f < f_c + 20\text{MHz} \\ 0 & 0 \end{cases}$$

频率响应满足  $H(-f) = H(f)$ 。发送功率为  $10\text{mW}$ ，噪声功率谱密度为  $0.001\mu\text{W/Hz}$ ，求最佳功率分配方案和香农容量。