

# 통신이론

## 2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

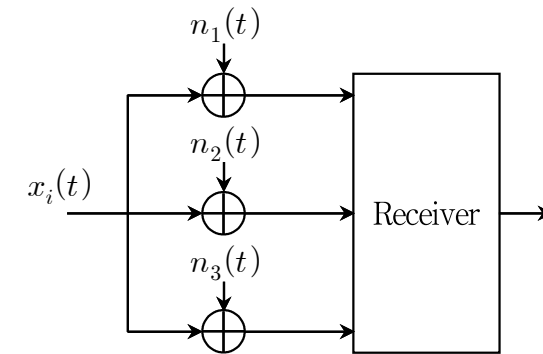
제 1 문. 이진 코히어런트 직교 FSK(binary coherent orthogonal frequency shift keying) 방식을 이용하는 통신시스템에서 두 개의 전송신호와 백색 가우시안 잡음(white Gaussian noise)의 전력 스펙트럼 밀도(power spectral density)가 다음과 같이 주어졌을 때, 물음에 답하시오. (총 30점)

$$s_1(t) = 10 \cos 2000\pi t, s_2(t) = 10 \cos 2200\pi t$$

$$\frac{N_0}{2} = 0.001 \text{ [W/Hz]}$$

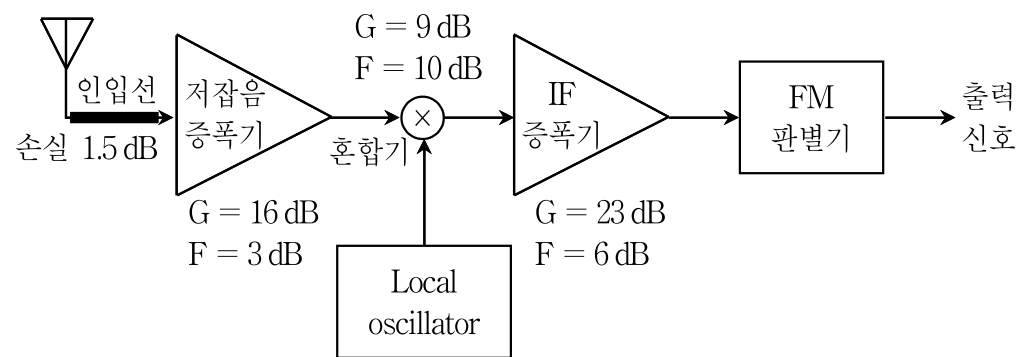
- 1) 코히어런트 검출방식을 이용할 때, 해당 통신 시스템의 최대 전송속도를 구하시오. (10점)
- 2) 해당 신호를 전송하기 위한 기저대역 필터링(baseband filtering)으로 인접 심볼 간 간섭(intersymbol interference)이 없는 이상적인 Nyquist 필터를 사용한다고 했을 때, 이 Nyquist 필터의 대역폭을 계산하시오. (5점)
- 3) 이진 코히어런트 직교 FSK 신호를 전송하기 위한 최소 대역폭을 사용할 때, Shannon-Hartley 채널 용량을 구하시오. (15점)

제 2 문. 다음 그림과 같은 수신기 구조를 가지는 통신 시스템에서, 송신기는 매  $T$ 초마다 세 개의 독립적인 서브채널을 통해,  $x_0(t) = 0$  혹은  $x_1(t) = \sqrt{\frac{P}{T}}$  를 동일한 확률로 수신기에게 보낸다. 각 서브채널의 잡음은 평균이 0이고, 분산이  $N_0/2$ 을 따르는 백색 가우시안 잡음(white Gaussian noise)이다. 물음에 답하시오. (단, Q 함수를 이용하여 표현하시오) (총 25점)



- 1) 세 개의 채널을 통해 수신한 수신신호들의 합에 대해 최적의 판정 규칙을 수행하는 수신기(optimal receiver)를 고려한다. 이 수신기의 비트 오류 확률(probability of bit error)을 구하시오. (단, 최적 수신기의 증폭이득(gain)은 1이라고 가정한다) (14점)
- 2) 세 개의 채널을 통해 수신한 수신신호 각각에 대해 최적의 판정 규칙을 수행한 후, 다수결의 원칙(majority vote)을 적용하여 최종 판정을 하는 수신기를 고려한다. 이 수신기의 비트 오류 확률(probability of bit error)을 구하시오. (단, 최적 수신기의 증폭이득(gain)은 1이라고 가정한다) (11점)

제 3 문. 다음 그림과 같은 FM 수신 시스템이 있으며, 각 부분별 특성은 <보기>와 같다.  
물음에 답하시오. (총 30점)



<보 기>

- 동작 온도: 절대온도  $300^{\circ}K$
- 인입선 손실: 1.5 dB
- 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier): 잡음 지수 3 dB, 이득(gain) 16 dB
- 혼합기(Mixer): 잡음지수(Noise Figure) 10 dB, 변환 이득 9 dB
- IF 증폭기: 잡음지수 6 dB, 이득 23 dB, IF 동작 중심주파수 500 Hz, 5000 Hz 이상의 입력 주파수 성분은 무시
- 국부발진기(Local Oscillator): 발진기 출력신호  $2\cos(6000\pi t)$  [mV]
- FM 판별기: 미분기와 포락선 검출기로 구성되었다고 가정함

- 1) 안테나와 FM 판별기 사이의 전체 잡음지수[dB]를 계산하고, 이 잡음 지수를 이용하여 전체 유효 잡음 온도[°K]의 근사치를 계산하시오. (단, 안테나와 FM 판별기는 계산에서 제외한다) (10점)
- 2) 저잡음 증폭기와 인입선(이 경우에는 동일한 손실이 발생하는 케이블임)의 순서를 바꾸었을 때 안테나와 FM 판별기 사이의 전체 잡음지수[dB]의 근사치를 계산하고, 시스템 전체의 잡음 특성에 어떠한 변화가 있는지를 1)의 결과와 비교하여 설명하시오. (단, 안테나와 FM 판별기는 계산에서 제외한다) (5점)
- 3) 안테나에 A 방송국과 B 방송국의 FM 신호가 함께 수신되었다. 저잡음 증폭기 출력단에서 측정된 A 방송국 신호는  $20\cos(5000\pi t)$  [mV]이고, B 방송국 신호는  $0.1\cos(7500\pi t)$  [mV]이다. FM 판별기가 이상적인 특성을 갖는다고 할 때 출력단의 출력신호를 구하시오. (단, 출력신호를 구하는 자세한 과정을 서술하고, 잡음 신호는 무시하며, 필요하다면 근사화를 적용하시오) (15점)

제 4 문. 원하는 동작과 관련된 어떤 값이, 요구되는 최소 기준값을 만족시키지 못하는 경우, outage가 발생한다고 정의한다. 어떤 무선통신시스템에서 실시간 영상 서비스를 제공하는데, 원활한 서비스 제공을 위해서는 비트오율  $P_b$ 가  $P_b \leq 10^{-3}$ 조건을 만족해야 하는 것으로 알려져 있다. 이 시스템의 채널을 Rayleigh fading 채널로 모델링할 때, 수신전력의 확률밀도함수(pdf)는 다음과 같다. 물음에 답하시오. (총 15점)

$$p_{\gamma}(\gamma) = \frac{1}{\bar{\gamma}} e^{-\gamma/\bar{\gamma}}, \gamma \geq 0 \text{ (단, } \bar{\gamma} \text{는 평균 수신전력을 나타낸다)}$$

- 1)  $P_b \leq 10^{-3}$ 조건을 만족하기 위한 수신전력의 최소 기준값을  $\gamma_0 = 37 \text{ dBm}$ 라고 할 때, outage가 발생할 확률  $P_{out}$ 을 수식으로 표현하시오. (7점)
- 2) 전체 서비스 시간 중 95 % 이상의 시간동안 원활하게 서비스를 제공하기 위해서는 평균 수신전력  $\bar{\gamma}$ 을 얼마 이상으로 해야 하는지 계산하시오. (단,  $\bar{\gamma}$ 의 단위는 dBm이다) (8점)