

Chapter #3

Q-1 composite signal은 Fourier analysis를 사용하여 individual frequencies로 분해할 수 있습니다.

Q-2 low-pass channel은 0부터 시작하는 bandwidth가 있고, band-pass channel은 모든 frequency에서 시작할 수 있는 bandwidth가 있습니다.

Q-3 period와 frequency는 서로에 대한 역수이며 역관계입니다.

Q-4 alarm system은 일반적으로 periodic하기 때문에 frequency domain plot은 discrete합니다.

Q-5 fiber-optic cable은 빛을 사용하기 때문에 frequency가 아주 높습니다.
따라서 $h = c / f$ 공식에 의해 wavelength 매우 작아집니다.

Q-6 modulation을 하지 않기 때문에 baseband transmission이다.

Q-7 modulation을 하지 않기 때문에 baseband transmission이다.

Q-8 Shannon capacity는 noisy channel의 highest data rate를 결정합니다.

Q-9 Nyquist theorem은 noiseless channel의 maximum bit rate를 결정합니다.

Q-10 Attenuation, Distortion, Noise

Q-11 voice는 nonperiodic signal이기 때문에 frequency domain plot은 continuous합니다.

Q-12 * amplitude는 임의의 지점의 signal의 값을 측정합니다.

* frequency는 signal이 1초 안에 몇 번 반복하는지 횟수를 측정합니다.

* phase는 시간 0에 대한 signal의 position을 나타냅니다.

Q-13 Baseband transmission은 signal를 modulation하지 않으며 low-pass channel를 사용하고, Broadband transmission은 signal를 modulation하며 band-pass channel를 사용한다.

Q-14 signal의 frequency domain plot이 discrete하면 해당 signal은 periodic하다고 말할 수 있고, continuous하면 해당 signal은 nonperiodic하다고 말할 수 있다.

Q-15 voice signal들을 modulate했기 때문에 이것은 broadband transmission이다.

P-1 (bit length) = (propagation speed) * (bit duration)

$$a : (2 * 10^8) * (1 / 10 \text{ Mbps}) = 20\text{m}$$

$$b : (2 * 10^8) * (1 / 100 \text{ Mbps}) = 2\text{m}$$

$$c : (2 * 10^8) * (1 / 1 \text{ Gbps}) = 0.2\text{m}$$

P-2 4 ms에 8번 반복하므로 frequency는 $8 / 4(\text{ms})$ 인 2 kHz입니다.

$$P-3 480s * (3 * 10^8)\text{m/s} = 480s * (3 * 10^5)\text{km/s} = 144000000 \text{ km}$$

P-4 1024개의 colors를 표현하기 위해서 필요한 bit 수는 10 bits 입니다.

따라서 총 필요한 bit 수는 $1600 * 800 * 10 = 12800000$ bits 입니다.

P-5 Shannon capacity 공식을 사용해, $C = B * \log_2(1 + \text{SNR})$ 이므로, maximum data rate는 $5000(\text{kHz}) * \log_2(1 + 2000) = 54832 \text{ Kbps}$ 입니다.

P-6 wavelength가 1 um이고 period가 500이므로 $1 * 500 = 500 (\text{um}) = 0.5 (\text{mm})$ 입니다.

P-7 Bit rate = bit(수) / 시간(초)이므로,

$$a : 1 / 0.001s = 1000 \text{ bps}$$

$$b : 1 / 2ms = 1 / 0.002s = 500 \text{ bps}$$

$$c : 10 / 20us = 10 / (20 * 10^{-6})s = 500000 \text{ bps} = 500 \text{ Kbps}$$

P-8 Transmission time = size / bandwidth 이라는 공식을 사용해서,

$$t = 1000000 \text{ (bits)} / 5 \text{ (Kbps)} = 1000000 \text{ (bits)} / 5000 \text{ (bps)} = 200s$$

$$P-9 \text{ dB} = 10 * \log_{10}(80 / 100) = -0.97 \text{ dB}$$

P-10 $\text{dB} = 10 * \log_{10}(P2 / P1)$ 이라는 공식을 사용해서,

$$-10 = 10 * \log_{10}(P2 / 10) \text{이 도출되고, 결론적으로 } P2 = 10 * (10^{-1}) = 1W$$

P-11 bit rate = bit(수) / 시간(초) 이라는 공식을 사용해서,

$$B / 16 \text{ (ns)} = B / (16 * 10^{-9} \text{ (s)}) = 500 \text{ Mbps}$$

P-12

$$a : 10 \text{ (bits)} / 1000 \text{ (bps)} = 0.01s$$

$$b : 8 \text{ (bits)} / 1000 \text{ (bps)} = 0.008s$$

$$c : 100000 * 8 \text{ (bits)} / 1000 \text{ (bps)} = 800s$$

P-13

$$a : 90 \text{ degrees } (\pi/2 \text{ radians})$$

$$b : 0 \text{ degrees } (0 \text{ radians})$$

$$c : 90 \text{ degrees } (\pi/2 \text{ radians})$$

P-14 두 signal 모두 sine wave이므로 composite signal이 아닙니다.

따라서 두 signal의 bandwidth 값은 0이며, 결론적으로 두 signal의 bandwidth 값은 동일합니다.

P-15 3 million bytes를 bit 단위로 바꾸면, $3000000 * 8 = 24000000 \text{ bits}$ 입니다.

$$a : 24000000 / 56 * 10^3 = 428s$$

$$b : 24000000 / 1 * 10^6 = 24s$$

P-16 Volume = bandwidth * delay 공식을 사용해서,

a : $1 \text{ (Mbps)} * 2 \text{ (ms)} = 10^6 * (2 * 10^{-3}) = 2000 \text{ bits}$

b : $10 \text{ (Mbps)} * 2 \text{ (ms)} = 10^7 * (2 * 10^{-3}) = 20000 \text{ bits}$

c : $100 \text{ (Mbps)} * 2 \text{ (ms)} = 10^8 * (2 * 10^{-3}) = 200000 \text{ bits}$

P-17 $C = B * (\text{SNR(dB)} / 3)$ 공식을 사용해서,

a : $30 \text{ (kHz)} * (40 / 3) = 400 \text{ Kbps}$

b : $100 \text{ (kHz)} * (4 / 3) = 133 \text{ Kbps}$

c : $1 \text{ (MHz)} * (20 / 3) = 1000 \text{ (kHz)} * (20 / 3) = 6667 \text{ Kbps} = 6.67 \text{ Mbps}$

P-18

a : (one harmonic), data rate = $2 * 6 \text{ (MHz)} = 12 \text{ Mbps}$

b : (three harmonic), data rate = $(2 * 6 \text{ (MHz)}) / 3 = 4 \text{ Mbps}$

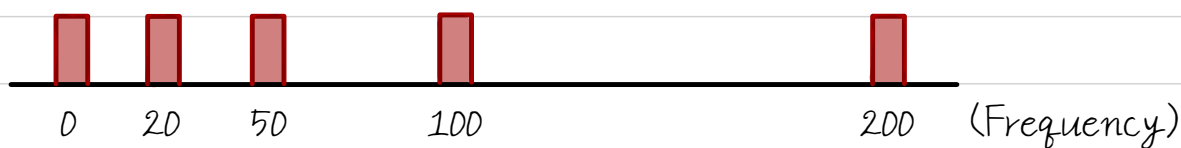
c : (five harmonic), data rate = $(2 * 6 \text{ (MHz)}) / 5 = 2.4 \text{ Mbps}$

P-19 SNR = average signal power / average noise power 공식을 사용해서,

$\text{SNR} = 200 \text{ (mW)} / (20 * 2) \text{ (uW)} = 5000$, 그리고 $\text{SNR(dB)} = 10 * \log_{10} \text{SNR}$ 공식을 사용해서,

$\text{SNR(dB)} = 10 * \log_{10} 5000 = 37$

P-20



* Bandwidth = $200 - 0 = 200 \text{ Hz}$

P-21 Bandwidth = $5 * 5 = 25 \text{ Hz}$

P-22 Frequency = $1 / \text{Period}$ 공식을 사용해서,

a : $1 / 5 \text{ (s)} = 0.2 \text{ Hz}$

b : $1 / 12 \text{ (us)} = 1 / (12 * 10^{-6} \text{ (s)}) = 83333 \text{ Hz} = 83.333 \text{ kHz}$

c : $1 / 220 \text{ (ns)} = 1 / (220 * 10^{-9} \text{ (s)}) = 4545455 \text{ Hz} = 4.55 \text{ MHz}$

P-23 Total gain = $3 * 4 = 12$ dB.

$$12 \text{ (dB)} = 10 * \log_{10}(P_2 / P_1), P_2 / P_1 = 10^{1.2} = 15.8$$

결론적으로 약 16배 증폭된 것을 알 수 있습니다.

P-24 SNR = signal power / noise power 공식을 사용하고, power가 voltage의 제곱값이므로

$$\text{SNR} = (\text{signal voltage})^2 / (\text{noise voltage})^2 = 20^2 = 400$$

$$\text{SNR (dB)} = 10 * \log_{10} \text{SNR} = 10 * \log_{10} 400 = 26$$



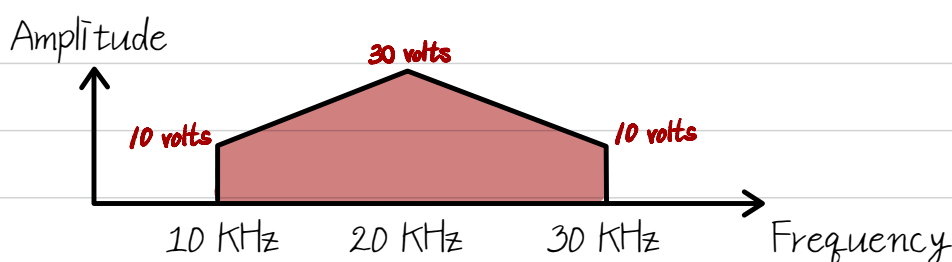
$$* \text{Bandwidth} = 2100 - 100 = 2000$$

P-26 SNR = signal power / noise power 공식을 사용하고, power가 voltage의 제곱값이므로

$$\text{SNR} = 10^2 / (5 * 10^{-3})^2 = 4 * 10^6, \text{ 그 다음 Shannon capacity 공식을 사용하면}$$

$$\text{maximum data rate} = 4000 * \log_2(1 + 4 * 10^6) = 87726 \text{ bps} = 88 \text{ Kbps}$$

P-27



P-28

a : bandwidth를 2배로 늘리면 data rate도 2배로 증가합니다.

b : Shannon capacity에 따르면 $C = B * \log_2(1 + \text{SNR})$ 이기 때문에

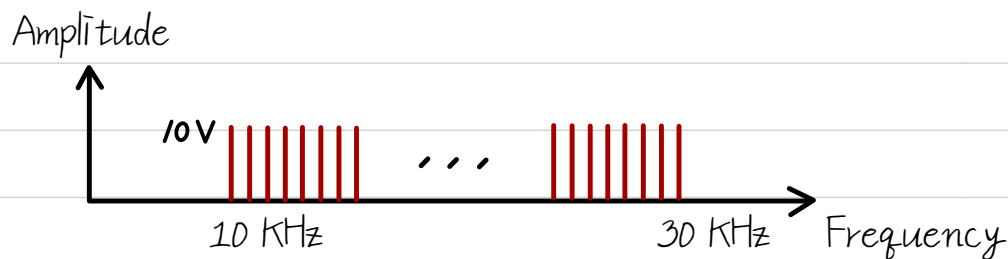
SNR를 2배로 늘리면 data rate도 증가하게 됩니다.

P-29 $C = B * (SNR(dB) / 3)$ 공식을 사용하면,

$$SNR(dB) = 3 * C / B = 3 * 100000 (bps) / 4000 (Hz) = 75$$

$$SNR(dB) = 10 * \log_{10} SNR, SNR = 10^{7.5} = 31622777$$

P-30



P-31 $period = 1 / frequency$ 공식을 사용하여,

$$a : 1 / 24 (Hz) = 0.0417 s = 41.7 ms$$

$$b : 1 / 8 (MHz) = 0.000000125 s = 0.125 us$$

$$c : 1 / 140 (KHz) = 7.14 * 10^{-6} s = 7.14 us$$

P-32 $transmission\ time = size(bit) / bandwidth$ 공식을 사용하여,

$$1\ million\ bytes / 200000 (bps) = 1000000 * 8 (bit) / 200000 = 40 s$$

P-33

* $Propagation\ time = Distance / Propagation\ Speed$

$$(2000 * 1000) / (2 * 10^8) = 0.01 s$$

* $Transmission\ time = Size / Bandwidth$

$$5000000 (bit) / 5000000 (bps) = 1 s$$

$$* Queuing\ time = 10 * 2 (us) = 20 us$$

$$* Processing\ time = 10 * 1 (us) = 10 us$$

따라서 값이 가장 큰 $Transmission\ delay$ 가 Dominant하고,

값이 가장 작은 $Processing\ delay$ 가 Negligible합니다.