

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

**EEE 436 – PERHUBUNGAN DIGIT**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Semua soalan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan konsep pemodulatan digital dan kepentingannya dalam bidang perhubungan digital.

*Explain what is a digital modulation and its importance in the field of digital communication.*

(15%)

- (b) Satu sistem CDMA2000-1xEVDO Revision A menggunakan skim Penguncian Anjakan Fasa Seperempat (QPSK) untuk modulasi. Dengan menggunakan rajah blok ruang isyarat terangkan bagaimana isyarat CDMA2000-1xEVDO Revision A dimodulasi dan dikesan.

*A CDMA2000-1xEVDO Revision A system employs a Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) scheme for its modulation. Using a signal constellation diagram explain how the CDMA2000-1xEVDO Revision A message signals are modulated and detected.*

(25%)

- (c) Satu syarikat komunikasi ingin menjalankan ujian untuk CDMA2000-1xEVDO Revision A dan telah diberikan jalurlebar selebar 6MHz oleh badan kawalselia tempatan.

*A communication company wishes to conduct a trial for the CDMA2000-1xEVDO Revision A and has been awarded with a 6MHz wide spectrum by a local regulatory authority.*

- (i) Berapakah kapasiti yang boleh didapati untuk ujian tersebut dengan menjangkakan hanya sistem QPSK digunakan?  
*Determine the achievable capacity for the trial assuming only the QPSK modulation is employed as the modulation scheme.*

$$C=2B\log_2M$$

Di sini C=kapasiti, B=lebar jalur dan M ialah bilangan tahap isyarat.

*Where C=capacity, B=bandwidth and M is the number of signal levels.*

(10%)

- (ii) Berapakah kecekapan spektral sistem tersebut?  
*What is the spectral efficiency of the system?*

(5%)

- (d) Pada akhir ujian tersebut, telah didapati bahawa di kawasan bandar yang kepadatan penduduknya tinggi, kapasiti yang diperolehi tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan yang tinggi terhadap servis yang mempunyai kelajuan data yang tinggi. Oleh itu, syarikat berkenaan telah memutuskan untuk meningkatkan kapasiti kepada 48Mbps.

*At the end of the trial, it was found that in a densely populated city area, the capacity achieved by employing the QPSK modulation scheme is not enough to meet the demand for high data rate services. Thus, the company has decided to increase the capacity to 48Mbps.*

...4/-

- (i) Bagaimana cekapkah syarikat itu menggunakan jalurlebar yang diberikan?

*How efficient does the company utilizes the spectrum allocated by the local regulatory authority?*

(5%)

- (ii) Dengan menjangkakan bahawa badan kawalselia tempatan tidak menambah jalurlebar, cadangkan dengan alasan yang kukuh suatu kaedah modulasi yang dapat digunakan oleh sistem tersebut untuk memenuhi permintaan kelajuan data yang tinggi dan prestasi hingar yang memuaskan.

*Assuming that the local regulator does not allocate any additional spectrum, suggest and justify a possible modulation scheme that can be employed by the system to meet the high data rate demand as well as a satisfactory error performance.*

(40%)

2. (a) Untuk membawa perkhidmatan suara, satu talian telefon telah diberikan jalurlebar seluas 3.1kHz. Berapakah kadar data maksima untuk nisbah isyarat keluaran-hingar (SNR) 20, 40 dan 60 dB?

*To carry out voice services a telephone line is allocated with a 3.1kHz bandwidth. What are the maximum data rates for signal-to-noise ratio of 20, 40 and 60 dB respectively?*

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR})$$

Di mana  $C$ =kapasiti,  $B$ =lebarjalur dan  $SNR$  ialah nisbah isyarat keluaran-hingar.

*where  $C$ =capacity,  $B$ =bandwidth and  $SNR$  is the signal-to-noise ratio.*

(15%)

- (b) Pemodulatan QPSK digunakan untuk penghantaran bebas ralat melalui talian telefon pada kadar simbol 2400 baud. Dapatkan kadar data yang diperolehi.

*A QPSK modulation scheme is to be used for an error free transmission over the above telephone line at a symbol rate of 2400 baud. Determine the data rate achieved.*

(10%)

- (c) Apakah kaedah pemodulatan yang paling sesuai untuk kadar pengisyaratan 9600 dan 14400 bps bagi talian telefon di soalan (b)?

*What are the most suitable modulation schemes for signaling at 9600 and 14400 bps respectively for the telephone line in (b)?*

(25%)

- (d) Satu syarikat kabel modem ingin melancarkan sejumlah perkhidmatan video digital dalam beberapa saluran. Frekuensi yang akan digunakan ialah antara 103MHz dan 109MHz dan nisbah isyarat keluaran ke hingar (SNR) yang diperlukan ialah 22 dB.

*A cable modem company would like to roll out a range of digital video services over a number of channels. The frequency to be used is between 103MHz and 109MHz and the designed signal-to-noise ratio is 22 dB.*

Berapakah kapasiti maksima saluran tersebut dalam bps ?

*What is the maximum capacity of the channel in bps (bits per second)?*

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR})$$

Di sini C=kapasiti, B=lebarjalur and SNR ialah nisbah isyarat keluaran ke hingar.

*Where C=capacity, B=bandwidth and SNR is the signal-to-noise ratio.*

(15%)

- (e) Syarikat tersebut memerlukan 7 saluran untuk perkhidmatan video. Dapatkan kadar data maksima setiap saluran dengan menjangkakan setiap saluran mempunyai kapasiti yang sama.

*The company requires 7 channels to deliver its video services. Determine the maximum data rate for each channel assuming they have equal capacity.*

(10%)

...7/-

- (f) Dengan justifikasi yang sesuai, cadangkan kaedah pemodulatan M-ary yang paling sesuai untuk sistem tersebut.

*With proper justification, determine the most suitable M-ary modulation scheme used by the system.*

(25%)

3. (a) Rajah 1(a) memaparkan empat gelombang isyarat iaitu  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ,  $s_3(t)$  dan  $s_4(t)$ .

*Figure 1(a) displays the waveforms of four signals  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ,  $s_3(t)$  and  $s_4(t)$ .*

- (i) Dengan menggunakan prosedur "Gram-Schmidt" ortogon, carikan "orthonormal" asas bagi sekumpulan isyarat-isyarat tersebut.

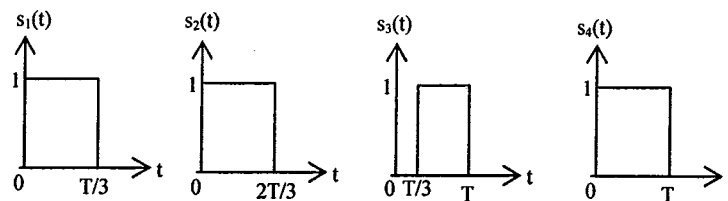
*Using the Gram-Schmidt orthogonalisation procedure, find an orthonormal basis for this set of signals.*

(50%)

- (ii) Lukiskan gambarajah isyarat yang sepadannya.

*Construct the corresponding signal-space diagram.*

(10%)



Rajah 1(a)  
Figure 1(a)

(b) Pertimbangkan isyarat  $s(t)$  yang ditunjukkan pada Rajah 1(a).

*Consider the signal  $s(t)$  shown in Figure 1(a).*

(i) Tentukan sambutan dedenyut penuras terpadan kepada isyarat tersebut dan lukiskan fungsi masanya.

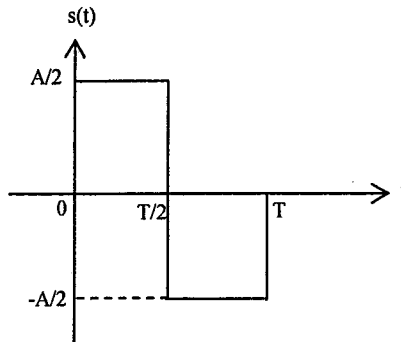
*Determine the impulse response of a filter matched to this signal and sketch it as a function of time.*

(20%)

(ii) Plotkan keluaran penuras terpadan sebagai fungsi masa.

*Plot the matched filter output as a function of time.*

(20%)



Rajah 1(a)  
Figure 1(a)



4. (a) Anggapkan satu isyarat diketahui dalam bentuk  
*Consider a signal of known form*

$$s(t, \theta) = a_c \sin(2\pi f_c t + \hat{\theta}) \quad 0 \leq t \leq T$$

di sini amplitud  $a_c$  dan frekuensi  $f_c$  diketahui. Cari anggaran maksimum likelihood  $\hat{\theta}$  daripada fasa  $\theta$ . [Hint: Guna persamaan likelihood].

*where the amplitude  $a_c$  and the frequency  $f_c$  are known. Find the maximum likelihood estimate  $\hat{\theta}$  of the phase  $\theta$ . [Hint: Use the likelihood equation].*

(40%)

- (b) Untuk sistem QPSK dan parameter-parameter yang diberikan, tentukan  
*For a QPSK system and the given parameters, determine*

- (i) Kuasa pembawa dalam dBm.  
*Carrier power in dBm.* (10%)
- (ii) Kuasa Hingar dalam dBm.  
*Noise power in dBm.* (10%)
- (iii) Kuasa ketumpatan hingar dalam dBm.  
*Noise power density in dBm.* (10%)
- (iv) Tenaga per bit dalam dBJ.  
*Energy per bit in dBJ.* (10%)

...10/-

- (v) Nisbah pembawa ke hingar dalam dBm.  
*Carrier-to-noise power ratio in dB.* (10%)
- (vi) Nisbah  $E_b/N_o$ .  
 *$E_b/N_o$  ratio.* (10%)

Kuasa Pembawa =  $10^{-12}W$ ;  $f_b = 60$  kbps; Kuasa Hingar =  $1.2 \times 10^{-14}W$ ;  
Lebar Jalur = 120kHz.

*Carrier Power =  $10^{-12}W$ ;  $f_b = 60$  kbps; Noise Power =  $1.2 \times 10^{-14}W$ ;  
Bandwidth = 120kHz.*

5. (a) Satu sistem FSK menghantar data perdua pada kadar  $2.5 \times 10^6$  bits/saat. Dalam masa penghantaran, hingar putih Gaussian pada min sifar dan kuasa ketumpatan spectrum  $10^{-20}$  W/Hz ditambahkan pada isyarat tersebut. Semasa ketidakhadiran hingar, amplitud isyarat penerima gelombang sinus untuk digit 1 dan 0 adalah 1mV. Tentukan ralat kebarangkalian simbol untuk tatarajah sistem tersebut:

*An FSK system transmits binary data at the rate of  $2.5 \times 10^6$  bits/second. During the course of transmission, white Gaussian Noise of zero mean and power spectral density  $10^{-20}$  W/Hz is added to the signal. In the absence of noise, the amplitude of the received sinusoidal wave for digit 1 or 0 is 1mV. Determine the average probability of symbol error for the following system configurations:*

- (i) Peduaan lekitan FSK  
*Coherent binary FSK.* (20%)
- (ii) Lekitan MSK  
*Coherent MSK.* (20%)

- (iii) Perduaan bukan lekitan FSK  
*Noncoherent binary FSK.* (20%)
- (b) Lukiskan gambarajah blok penerima peduaan bukan lekitan modulasi orthogonal dan jelaskan secara ringkas teori operasinya.  
  
*Draw the block diagram of a binary receiver for noncoherent orthogonal modulation and explain in brief the theory of operation.* (40%)
6. (a) Terangkan konsep pengekodan sumber dan pengekodan saluran serta kepentingannya dalam sistem perhubungan.  
  
*Explain the concept of source-coding and channel-coding and their importance in communication systems.* (20%)
- (b) Terangkan keperluan pemampatan data dalam sistem komunikasi digital.  
*Explain the importance of data compression in digital communication systems.* (10%)

- (c) Satu sumber isyarat mempunyai tiga simbol yang mana kebarangkalian masing-masing diberikan dalam Jadual 1 di bawah. Janakan kod Huffman untuk sumber tersebut dan dapatkan purata panjang kod.

*A signal source consists of three symbols with their corresponding probabilities of occurrence given in Table 1 below. Determine the Huffman codes for the source and their average code-word length.*

Symbol	$s_0$	$s_1$	$s_2$
Probability	0.7	0.15	0.15

Jadual 1  
Table 1

(25%)

- (d) Sumber itu seterusnya dipanjangkan kepada dua lapisan. Gunakan pengekodan Huffman kepada sumber tersebut dan dapatkan purata panjang kod yang baru.

*The source is then extended to order two. Apply the Huffman coding to the extended source and work out the average code length of the new code.*

(25%)

- (e) Satu sistem komunikasi menghantar 4 simbol yang diberikan kod (00, 01, 10, 11) dengan kebarangkalian (0.5, 0.125, 0.125, 0.25). Dengan menggunakan Huffman algoritma, dapatkan pengurangan dalam bilangan bit yang diperolehi.

*A communications system sent four symbols that are assigned with the codes (00,01,10,11) that have probabilities of (0.5, 0.125, 0.125, 0.25). By using a Huffman algorithm, determine the reduction in the number of bits used that can be realized.*

(20%)