

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1988/89

Mac/April 1989

EET 410 Pemprosesan Isyarat Digit

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 10 muka surat berserta Lampiran (1 muka surat) bercetak dan ENAM (6) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab EMPAT (4) soalan.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) (i) Fungsi pindah $H_a(s)$ bagi suatu penuras analog ialah

$$H_a(s) = \frac{s}{(s+1)(s+2)}$$

Dapatkan fungsi $H(z)$ bagi suatu penuras digit IIR yang dihasilkan dari penuras analog tersebut dengan menggunakan teknik dedenyut tak-varian.

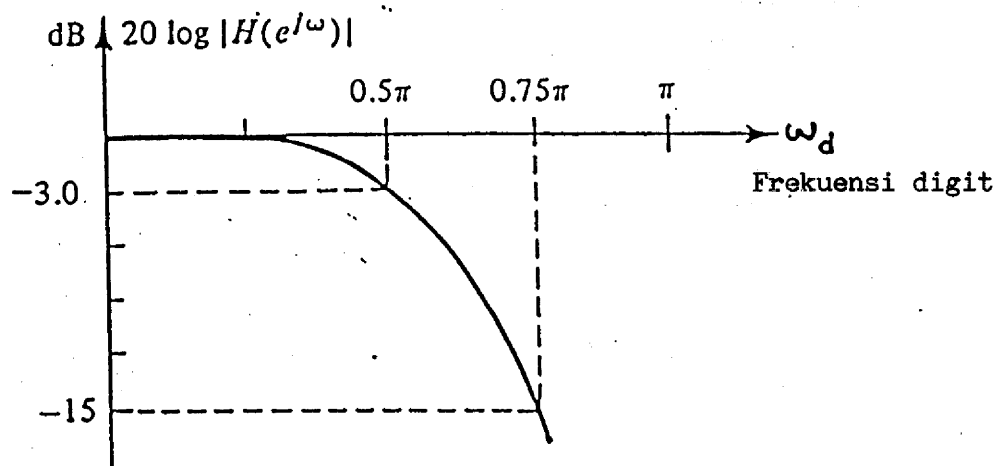
(25%)

- (ii) Apakah kelemahan teknik ini?

(5%)

- (b) (i) Rekabentuk dan laksanakan suatu penuras laluan rendah digit menerusi teknik jelamaan-z dwilelurus, yang dapat memenuhi sambutan frekuensi digit ternormal yang ditunjukkan dalam Rajah 1. (Anggapkan $T = 1$ saat).

(40%)



Rajah 1 - Sambutan Frekuensi Digit Ternormal Bagi Penuras IIR

- (ii) Jelmakan rekabentuk di atas ke suatu penuras laluan tinggi yang mempunyai tertib dan frekuensi potong yang sama. Berikan fungsi pindah $H(z)$ sahaja.

(30%)

2. (a) Terbitkan persamaan "butterfly" asas bagi algoritma FFT "decimation-in time" radiks-2.

(30%)

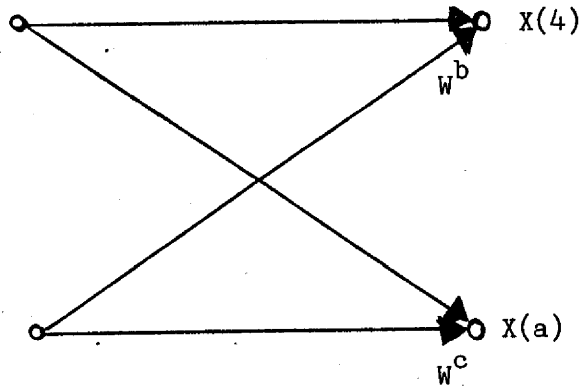
- (b) Dengan menggunakan algoritma FFT "decimation-in-time" dapatkan magnitud DFT bagi jujukan berikut:-

$$\{x(n)\} = \{1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1\}.$$

(40%)

- (c) Bagi algoritma FFT "decimation-in-time" 32-titik,

- (i) Sampel manakah yang akan dimasukkan ke dalam kedudukan ketujuh?
- (ii) Suatu "butterfly" dari peringkat terakhir diasingkan seperti ditunjukkan dalam Rajah 2. Tentukan nilai-nilai a, b dan c.



Rajah 2 - Satu "butterfly" dari peringkat terakhir FFT 32-titik

- (iii) Berapakah jumlah penambahan dan pendaraban kompleks yang diperlukan?
- (iv) Berapakah jumlah pendaraban mudah ("trivial")?
- (v) Bagi suatu jenis komputer, masa penambahan (nyata) ialah $0.1\mu\text{s}$ manakala pendaraban (nyata) memerlukan $1.0\mu\text{s}$. Berapa kali gandakah kepantasan FFT di atas jika dibandingkan dengan pengiraan secara terus. (Andaikan yang sampel-sampel masukan adalah kompleks).

(30%)

3. (a) Apakah syarat yang perlu dipenuhi supaya sesuatu penuras digit mempunyai ciri fasa lurus. Buktikan.

(30%)

- (b) Dengan bantuan gambarajah, terangkan tatacara merekabentuk penuras FIR menerusi teknik tingkap ("window").

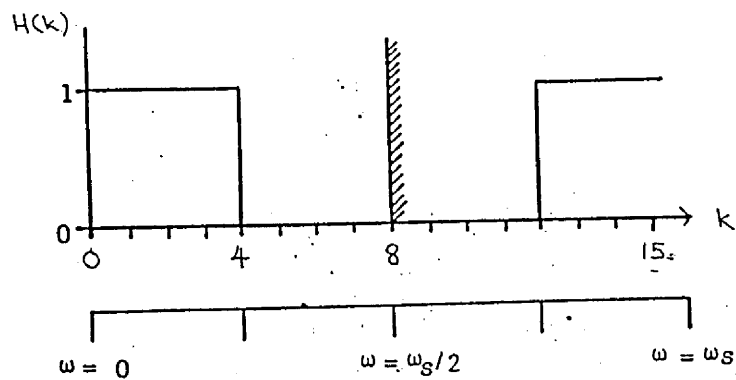
(30%)

- (c) Rekabentuk suatu penuras digit FIR berasaskan ciri laluan rendah unggul yang diberikan dalam Rajah 3. Gunakan fungsi tingkap berikut:-

$$W_r = 0.54 + 0.46 \cos(r\pi/I)$$

$$(N = 16, I = 4)$$

(40%)



Rajah 3 - Sambutan Frekuensi Laluan Rendah Unggul

4. (a) Dalam pengiraan DFT, apakah yang dimaksudkan dengan kesan bocor ("leakage effect") dan bagaimanakah ianya dapat dielak atau dikurangkan?

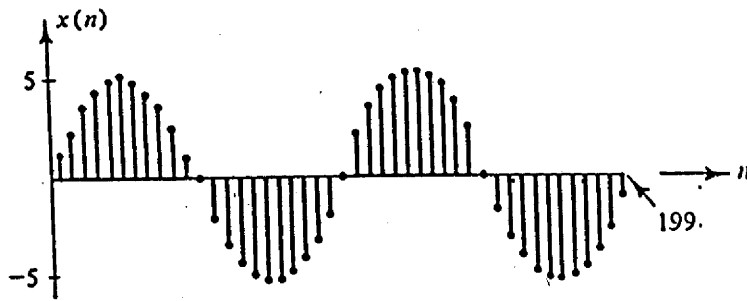
(5%)

(b) Lakarkan spektrum DFT (nyata dan khayalan) bagi bentukgelombang-bentukgelombang tersampel yang diberikan dalam Rajah 4(a)-(c).

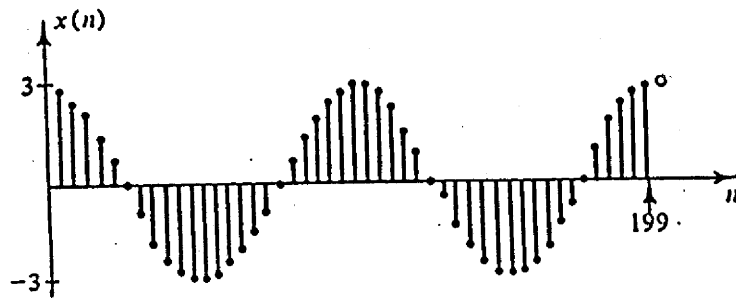
Tunjukkan dengan jelas:

- (i) Amplitud spektrum
- (ii) Indeks spektrum, dan
- (iii) Frekuensi digit berkenaan

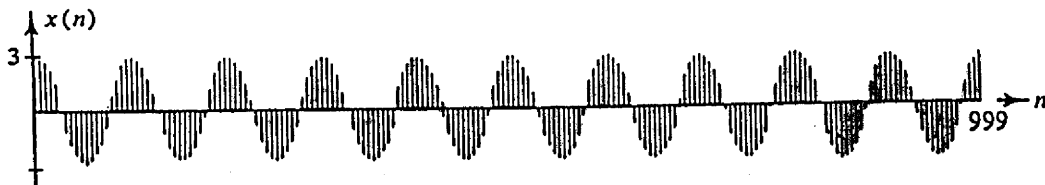
(45%)



Rajah 4(a)



Rajah 4(b)



Rajah 4(c)

- (c) $h_1(n)$ dan $h_2(n)$ adalah sambutan-sambutan dedenyut bagi dua penuras FIR 8 pekali. Hubungan antara jujukan-jujukan tersebut adalah dalam bentuk anjakan pekeling 4-titik, iaitu:-

$$h_2(n) = \langle h_1(n-4) \rangle \text{ mod } 8$$

Jelmaan Fourier untuk $h_1(n)$ yang diberi dalam Rajah 5 merupakan suatu penuras laluan-rendah yang mempunyai frekuensi potong $\pi/2$.

$$|H_1(e^{j\omega})$$

- (i) Nyatakan hubungan antara DFT $\{h_1(n)\}$ dan DFT $\{h_2(n)\}$, dan tunjukkan yang magnitud bagi kedua-duanya adalah sama.

(25%)

- (ii) Adakah betul sekiranya $h_2(n)$ juga dianggap sebagai suatu penuras laluan rendah yang sama? Beri sebab-sebab.

(25%)

5. (a) Lakarkan struktur-struktur penuras digit berikut dan berikan persamaan beza bagi keluaran masing-masing.

- (i) IIR "Direct-Form II" tertib N.
(ii) IIR Terlata ("Cascaded") tertib 8.

(20%)

- (b) (i) Tuliskan aturcara (serta komen) TMS32010 untuk melaksanakan penuras IIR "Direct-Form II" tertib kedua.

(40%)

- (ii) Dapatkan frekuensi pensampelan maksimum bagi penuras tersebut. (Andaikan kitar suruhan TMS32010 ialah 200ns).

(5%)

- (c) (i) Berapakah panjang maksimum penuras FIR yang dapat dilaksanakan dengan TMS32010, sekiranya pekali dan sampel data mesti berada di dalam "on-chip" RAM. (Andaikan yang halaman satu (page 1) dikhaskan untuk pad conteng dan penunjuk-penunjuk).

(15%)

- (ii) Anggarkan frekuensi pensampelan maksimum bagi penuras FIR tersebut.

(10%)

- (d) (i) Terangkan secara ringkas konsep arkitektur Harvard terubahsuai sepertimana yang telah dilaksanakan dalam beberapa cip DSP yang terdapat dalam pasaran.

(5%)

- (ii) Senaraikan empat ciri istimewa yang ditawarkan oleh cip-cip DSP generasi ketiga?

(5%)

6. (a) Panjang jujukan $x(n)$ ialah L manakala bagi $h(n)$ ialah M . Apakah kekangan ("constraint") yang mesti dikenakan kepada L dan M , supaya hasil pelingkaratan pekelling adalah sama dengan pelingkaratan lurus, apabila pengiraan dijalankan menerusi DFT titik- N .

(5%)

- (b) Suatu jujukan panjang hendak dilingkarkan dengan penuras FIR 50-titik, melalui teknik "overlap-save".

Untuk melaksanakan proses tersebut:-

- (i) bahagian-bahagian sampel masukan ditindih sebanyak sampel V , dan
- (ii) M sampel yang telah dituras diperolehi dari setiap bahagian, dan seterusnya digabungkan dengan bahagian-bahagian terdahulu.

Andaikan:

- (i) Tiap-tiap bahagian masukan ialah 100 sampel.
- (ii) DFT 128-Titik digunakan.
- (iii) Jujukan keluaran diindeks dari 0 \rightarrow 127 .

Soalan:

- (i) Dapatkan V . (10%)
 - (ii) Dapatkan M . (25%)
 - (iii) Daripada 128 sampel yang terhasil, berikan indeks-indeks sample yang berguna. (15%)
 - (iv) Terangkan proses di atas secara grafiks. (15%)
- (c) Dengan bantuan gambarajah, huraikan teknik "overlap-add". (25%)
- (d) Mengapakah kedua-dua teknik di atas disebut "teknik pelingkarantan pantas"?. (5%)

AUXILIARY REGISTER AND DATA PAGE POINTER INSTRUCTIONS																					
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER																		
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
LAR	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	R	← D →									
LARK	1	1	0	1	1	1	0	0	0	R	← K →										
LARP	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	← D →									
LDP	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	← D →										
LOPK	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	K				
MAR	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	← D →									
SAR	1	1	0	0	1	1	0	0	0	R	← D →										

BRANCH INSTRUCTIONS																			
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER																
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
B	2	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BANZ	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BGEZ	2	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BGZ	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BIOZ	2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BLEZ	2	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BLZ	2	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BNZ	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BV	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
BZ	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
CALA	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0		
CALL	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← BRANCH ADDRESS →	
RET	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0		

T REGISTER, P REGISTER, AND MULTIPLY INSTRUCTIONS																		
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER															
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
APAC	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
LT	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
LTA	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
LTD	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
MPY	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
MPYK	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAC	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
SPAC	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	

CONTROL INSTRUCTIONS																		
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER															
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
DINT	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
EINT	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
LST	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
POP	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
POP	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
PUSH	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
ROVM	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
SOVM	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
SST	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

I/O AND DATA MEMORY OPERATIONS																		
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER															
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
DMOV	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IN	2	1	0	1	0	0	0	← PA →	← D →									
OUT	2	1	0	1	0	0	1	← PA →	← D →									
TBLR	3	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TBLW	3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ACCUMULATOR INSTRUCTIONS																					
MNEMONIC DESCRIPTION	NO. CYCLES	NO. WORDS	OPCODE INSTRUCTION REGISTER																		
			15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
ABS	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0			
ADD	1	1	0	0	0	0	← S →										← D →				
ADDH	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	← D →									
ADDS	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	← D →									
AND	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	← D →									
LAC	1	1	0	0	1	0	← S →										← D →				
LACK	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	← K →										
OR	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	← D →									
SACH	1	1	0	1	0	1	1	← X →										← D →			
SACL	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	← D →										
SUB	1	1	0	0	0	1	← S →										← D →				
SUBC	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	← D →									
SUBH	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	← D →									
SUBS	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	← D →									
XOR	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	← D →									
ZAC	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0				
ZALH	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	← D →										
ZALS	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	← D →									