มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา**: 2550

วันที่สอบ: 24 กุมภาพันธ์ 2551 **เวลาสอบ**: 09.00-12.00 น.

วิชา: 240-381 Digital Signal Processing **ห้องสอบ**:

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ จำนวน 10 หน้า

คะแนนรวมทั้งหมด 40 คะแนน

อนุญาตให้

1. ใช้เครื่องคิดเลข
2. นำกระดาษโน้ตเขียนด้วยลายมือตัวเอง (ห้ามถ่ายเอกสาร) A4 3 แผ่น เข้าห้องสอบได้
3. ใช้ดินสอเขียนได้

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

ทุจริตโทษต่ำสุดปรับตกวิชานี้และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดไล่ออก

อ.ธเนศ / อ.ชาญวิทย์

ผู้ออกข้อสอบ

TABLE 2.2 FOURIER TRANSFORM THEOREMS

Sequence $x[n]$ $y[n]$	Fourier Transform $X(e^{j\omega})$ $Y(e^{j\omega})$
1. $ax[n] + by[n]$	$aX(e^{j\omega}) + bY(e^{j\omega})$
2. $x[n - n_d]$ (n_d an integer)	$e^{-j\omega n_d} X(e^{j\omega})$
3. $e^{j\omega_0 n} x[n]$	$X(e^{j(\omega - \omega_0)})$
4. $x[-n]$	$X(e^{-j\omega})$ $X^*(e^{j\omega})$ if $x[n]$ real.
5. $nx[n]$	$j\dfrac{dX(e^{j\omega})}{d\omega}$
6. $x[n] * y[n]$	$X(e^{j\omega})Y(e^{j\omega})$
7. $x[n]y[n]$	$\dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\theta})Y(e^{j(\omega-\theta)})d\theta$

Parseval's theorem:

8. $$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2 = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} |X(e^{j\omega})|^2 d\omega$$

9. $$\sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]y^*[n] = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega})Y^*(e^{j\omega})d\omega$$

TABLE 3.2 SOME z-TRANSFORM PROPERTIES

Property Number	Section Reference	Sequence	Transform	ROC
		$x[n]$	$X(z)$	R_x
		$x_1[n]$	$X_1(z)$	R_{x_1}
		$x_2[n]$	$X_2(z)$	R_{x_2}
1	3.4.1	$ax_1[n] + bx_2[n]$	$aX_1(z) + bX_2(z)$	Contains $R_{x_1} \cap R_{x_2}$
2	3.4.2	$x[n - n_0]$	$z^{-n_0} X(z)$	R_x, except for the possible addition or deletion of the origin or ∞
3	3.4.3	$z_0^n x[n]$	$X(z/z_0)$	$\|z_0\| R_x$
4	3.4.4	$nx[n]$	$-z\dfrac{dX(z)}{dz}$	R_x, except for the possible addition or deletion of the origin or ∞
5	3.4.5	$x^*[n]$	$X^*(z^*)$	R_x
6		$\mathcal{R}e\{x[n]\}$	$\frac{1}{2}[X(z) + X^*(z^*)]$	Contains R_x
7		$\mathcal{J}m\{x[n]\}$	$\frac{1}{2j}[X(z) - X^*(z^*)]$	Contains R_x
·8	3.4.6	$x^*[-n]$	$X^*(1/z^*)$	$1/R_x$
9	3.4.7	$x_1[n] * x_2[n]$	$X_1(z)X_2(z)$	Contains $R_{x_1} \cap R_{x_2}$
10	3.4.8	Initial-value theorem: $x[n] = 0, \quad n < 0$	$\lim_{z\to\infty} X(z) = x[0]$	

TABLE 3.1 SOME COMMON z-TRANSFORM PAIRS

Sequence	Transform	ROC
1. $\delta[n]$	1	All z
2. $u[n]$	$\dfrac{1}{1-z^{-1}}$	$\lvert z\rvert > 1$
3. $-u[-n-1]$	$\dfrac{1}{1-z^{-1}}$	$\lvert z\rvert < 1$
4. $\delta[n-m]$	z^{-m}	All z except 0 (if $m>0$) or ∞ (if $m<0$)
5. $a^n u[n]$	$\dfrac{1}{1-az^{-1}}$	$\lvert z\rvert > \lvert a\rvert$
6. $-a^n u[-n-1]$	$\dfrac{1}{1-az^{-1}}$	$\lvert z\rvert < \lvert a\rvert$
7. $na^n u[n]$	$\dfrac{az^{-1}}{(1-az^{-1})^2}$	$\lvert z\rvert > \lvert a\rvert$
8. $-na^n u[-n-1]$	$\dfrac{az^{-1}}{(1-az^{-1})^2}$	$\lvert z\rvert < \lvert a\rvert$
9. $[\cos\omega_0 n]u[n]$	$\dfrac{1-[\cos\omega_0]z^{-1}}{1-[2\cos\omega_0]z^{-1}+z^{-2}}$	$\lvert z\rvert > 1$
10. $[\sin\omega_0 n]u[n]$	$\dfrac{[\sin\omega_0]z^{-1}}{1-[2\cos\omega_0]z^{-1}+z^{-2}}$	$\lvert z\rvert > 1$
11. $[r^n\cos\omega_0 n]u[n]$	$\dfrac{1-[r\cos\omega_0]z^{-1}}{1-[2r\cos\omega_0]z^{-1}+r^2z^{-2}}$	$\lvert z\rvert > r$
12. $[r^n\sin\omega_0 n]u[n]$	$\dfrac{[r\sin\omega_0]z^{-1}}{1-[2r\cos\omega_0]z^{-1}+r^2z^{-2}}$	$\lvert z\rvert > r$
13. $\begin{cases} a^n, & 0\le n\le N-1, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$	$\dfrac{1-a^Nz^{-N}}{1-az^{-1}}$	$\lvert z\rvert > 0$

ชื่อ..รหัสนักศึกษา..ตอน..................

1. จากระบบ causal linear time-invariant ซึ่งแสดงโดย system function ต่อไปนี้ (8 คะแนน)

$$H(z) = \frac{(1+0.5z^{-1})(1+j0.7z^{-1})(1-j0.7z^{-1})}{(1-0.45z^{-1})(1-0.9z^{-1})}$$

1.1 จงบอกว่าระบบนี้มี inverse system หรือไม่ ถ้ามี system function ของ inverse system คืออะไร พร้อมทั้งระบุ ROC ที่เป็น inverse system (3 คะแนน)

1.2 ในกรณีที่มี inverse system จงวาดกราฟแสดงโพลและซีโรทั้งหมดของ inverse system (1 คะแนน)

1.3 ในกรณี ที่มี inverse system ระบบ inverse system ดังกล่าวเป็น causal system หรือไม่ และมีคุณสมบัติ stable หรือไม่ (2 คะแนน)

....
....
....
....
....
....
....

1.4 ในกรณีที่มี inverse system จงหาสมการ difference equation ของ inverse system ในข้อ 1.1 (2 คะแนน)

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2. จากระบบ causal linear time-invariant ซึ่งแสดงโดย system function ต่อไปนี้ (6 คะแนน)

$$H(z) = \frac{1+0.2z^{-1}}{(1-0.5z^{-1}+0.3z^{-2})(1+0.25z^{-1})}$$

2.1 วาด signal flow graph ของ system function ดังกล่าวในรูปแบบ Direct form II (2 คะแนน)

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

2.2 วาด signal flow graph ของ system function ดังกล่าวในรูปแบบ Transposed direct form II (2 คะแนน)

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

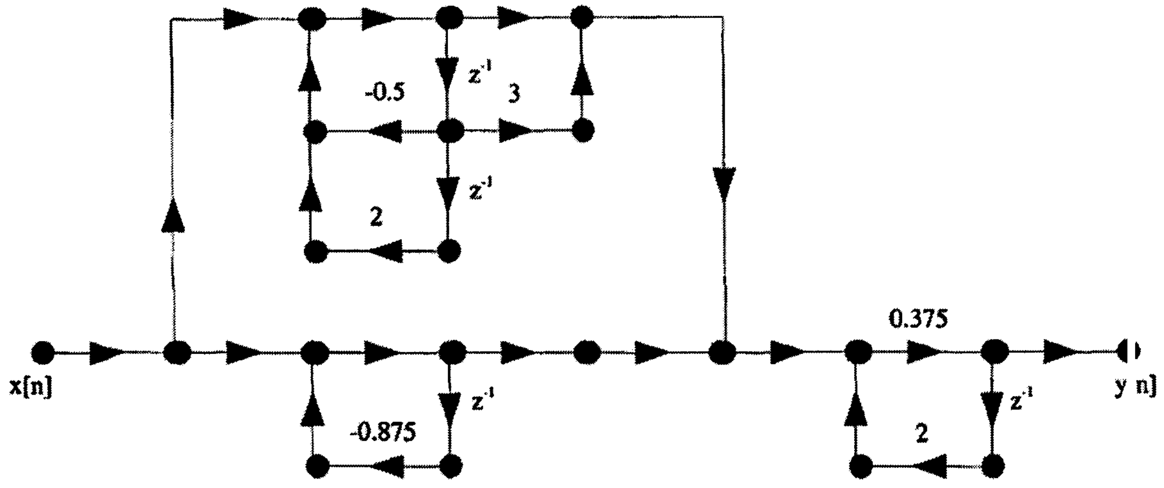
....

....

....

2.3 วาด signal flow graph ของ system function ดังกล่าวในรูป Cascade form โดยใช้ส่วนของ first-order และ second-order รูปแบบของ direct form II (2 คะแนน)

3. จากรูปที่ 1 จงหา system function ของระบบ (6 คะแน น)



รูปที่ 1

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. จงออกแบบ Digital Lowpass Butterworth Filter โดยวิธี Impulse Invariance ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ (10 คะแนน)

$$-7\text{dB} \le |H(e^{j\omega})| \le 0 \text{ dB} \qquad 0 \le \omega \le 0.4\pi$$
$$|H(e^{j\omega})| \le -15 \text{ dB} \quad 0.7\pi \le \omega \le \pi$$

$T_d = 1$ (ใช้ความถี่ 0.4π ในการคำนวณขนาดของโพล)

5. นายทองดีต้องการนำสัญญาณในช่วงความถี่ 0 – 0.15π rad/s ไปใช้งาน โดยขนาดของสัญญาณในช่วงความถี่นี้จะ ต้องลดลงไม่เกิน -6 dB และที่ความถี่สูงกว่า 0.35π rad/s ขนาดของสัญญาณจะต้องไม่สูงกว่า -14 dB จงออกแบบ Digital Lowpass Butterworth Filter ให้นายทองดี โดยวิธี Bilinear Transformationและ เขียน difference equation ของ filter ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ (10 คะแนน)

T_d = 1 (ใช้ความถี่ 0.15π ในการคำนวณขนาดของโพล และอธิบายการกำหนดค่าต่างๆ ให้ชัดเจน)

Butterworth Filter

$$\boxed{|H_c(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1+(\Omega/\Omega_c)^{2N}}}$$

$$\boxed{s_k = j\Omega_c e^{j\frac{2k-1}{2N}\pi} = \Omega_c e^{j(\frac{1}{2}+\frac{2k-1}{2N})\pi}}$$

Impulse invariance

$$\boxed{H(z) = \sum_{k=1}^{N} \frac{T_d A_k}{1-e^{s_k T_d} z^{-1}}}$$

Bilinear transformation

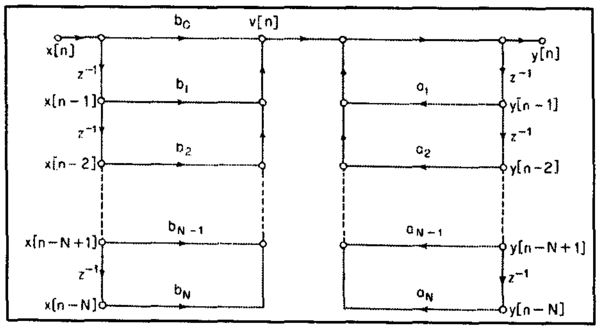
$$\boxed{s = \frac{2}{T_d}\left(\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}\right)}$$

IIR system

$$\boxed{y[n] - \sum_{k=1}^{N} a_k y[n-k] = \sum_{k=0}^{M} b_k x[n-k]}$$

$$\boxed{H(z) = \frac{\sum_{k=0}^{M} b_k z^{-k}}{1 - \sum_{k=1}^{N} a_k z^{-k}}}$$

Direct form I



Direct form II