

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari / Mac 2003

**JNK 352/4 – Sistem Peralatan**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

**KETUA PENGAWAS :** Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftar, USM.

**Peringatan :**

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

S1. [a] Sebuah penderia alihan mempunyai julat masukan 0.0 hingga 3.0 sm dan voltan bekalan  $V_s = 0.5$  Volt. Dengan menggunakan keputusan tentukuran pada jadual di bawah, anggarkan :

- (i) ketaklelurusan maksimum sebagai peratusan herotan skala penuh
- (ii) cerun K bagi garis lurus unggul
- (iii) pemalar gandingan persekitaran,  $K_I$ ,  $K_M$  sehubungan dengan perubahan voltan bekalan
- (iv) histerisis maksimum sebagai peratusan herotan skala penuh

*A displacement sensor has an input range of 0.0 to 3.0 cm and a standard supply voltage  $V_s = 0.5$  Volts. Using the calibration results given in the table, estimate :*

- (i) *the maximum non-linearity as a percentage of full scale deflection*
- (ii) *the slope K of the ideal straight line*
- (iii) *the environmental coupling constants  $K_L$ ,  $K_M$  associated with supply voltage variations.*
- (iv) *the maximum hysteresis as a percentage of full scale deflection*

Anjakan Displacement x (cm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Voltan keluaran (mV) x meningkat $V_s = 0.5$ <i>Output voltage (mV) x increasing</i>	0.0	16.5	32.0	44.0	51.5	55.5	58.0
Voltan keluaran (mV) x mengurang $V_s = 0.5$ <i>Output voltage (mV) x decreasing</i>	0.0	12.5	24.5	35.5	45.0	52.5	58.0
Voltan keluaran (mV) x meningkat $V_s = 0.6$ <i>Output voltage (mV) x increasing</i>	0.0	21.0	41.5	56.0	65.0	70.5	74.0

(60 markah)

[b] Voltan keluaran untuk sebuah pemindaharuh daya (kepekaan =  $K$ ), bergantung kepada masukan terubahsuai diikutkan dengan penguat gandaan tinggi (gandaan =  $K_A$ ). Keluaran penguat disuapbalik kepada satu gegelung dan magnet kekal (gandaan =  $K_f$ ) yang membekalkan daya pegimbang untuk melawan daya masukan.

- (i) Lakarkan gelung tertutup menunjukkan teknik suapbalik negatif gandaan tinggi untuk pemindaharuh daya di atas.
- (ii) Terbitkan satu persamaan untuk keluaran system
- (iii) Dalam keadaan apakah voltan keluaran system bergantung hanya kepada gandaan  $K_f$  unsure suapbalik?

*The voltage output of a force transducer (sensitivity =  $K$ ), subjected to a modifying input, is amplified by a high-gain amplifier (gain =  $K_A$ ). The amplifier output is fed back to a coil and permanent magnet (gain =  $K_f$ ) which provides a balancing force to oppose the input force.*

- (i) draw a closed loop to illustrate the above high-gain negative feed back technique for the force transducer
- (ii) derive an expression for the system output
- (iii) under what conditions the systems output voltage depends only on the gain  $K_f$  of the feed back element?

(40 markah)

S2. [a] Terangkan tiga teknik bagi mengurangkan ralat yang disebabkan oleh perubahan masukan persekitaran.

*Describe at least three techniques used to reduce error caused by the environmental input changes.*

(40 markah)

[b] Sebuah sistem ukuran daya mengandungi hablur piezoelektrik, penguat cas dan perakam seperti digambarkan dalam Rajah S2[b].

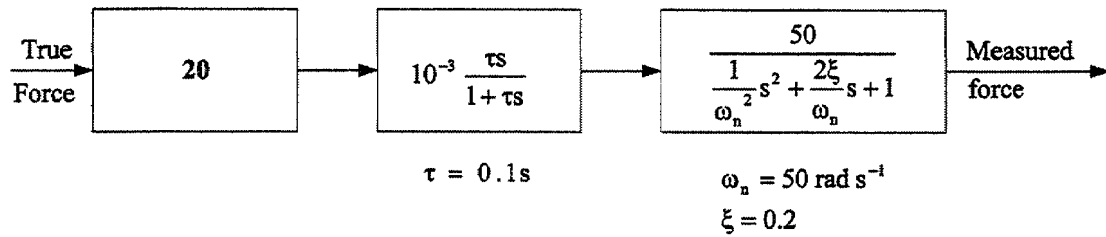
Hitung ralat system dinamik kesan daripada isyarat daya masukan.

$$F(t) = 100 \sin 50t$$

*A force measurement system consisting of a piezoelectric crystal, charge amplifier and recorder is shown in Figure Q2[b].*

*Calculate the system dynamic error corresponding to the force input signal :*

$$F(t) = 100 \sin 50t$$



**Rajah S2[b]**  
*Figure Q2[b]*

(60 markah)

- S3. [a] Terangkan dengan bantuan lakaran kemas prinsip kerja bagi penderia anjakan pembeza pembolehubah linear.

*Describe with the help of a neat sketch the working principle of a linear variable differential transformer displacement sensor.*

(40 markah)

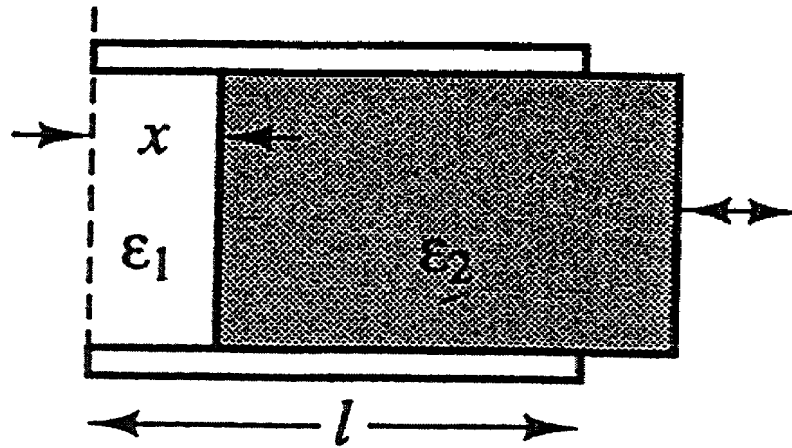
- [b] Penderia anjakan kemuatan dielektrik pembolehubah mengandungi dua plat logam segiempat sama, sisi 10 sm, dipisahkan oleh sela 1.5 mm. Satu lapisan bahan dielektrik berketebalan 1.5 mm dan keluasan yang sama dengan plat boleh menggelongsor di antara plat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[b]. Ambil nilai pemalar dielektrik udara dan dielektrik bagi bahan sebagai 1 dan 4 masing-masing.

- (i) terbitkan ungkapan bagi kemuatan penderia bagi anjakan kemasukan  $x$ .
- (ii) kirakan kemuatan bagi apabila anjakan masukan ialah 2.5 sm. Andaikan bagi ruang bebas (vakum) ialah  $8.85 \text{ pFm}^{-1}$ .

*A variable dielectric capacitive displacement sensor consists of two square metal plates, side 10 cm, separated by a gap of 1.5 mm. A sheet of dielectric material 1.5 mm thick and the same area as plates can be slid between them as shown in Figure Q3[b]. Take the dielectric constant of air and the dielectric material as 1 and 4 respectively.*

- (i) *derive an expression for the capacitance of the sensor for an input displacement  $x$ .*
- (ii) *Calculate the capacitance of the sensor when the input displacement is 2.5 cm. Assume the permittivity of free space (vacuum) to be  $8.85 \text{ pFm}^{-1}$ .*

(60 markah)



Rajah S3[b]  
Figure Q3[b]

S4. Terangkan perkakasan yang sesuai dengan bantuan lakaran kemas bagi mengukur

- (i) tekanan yang amat rendah.
- (ii) suhu yang tinggi dalam relau.
- (iii) halaju udara yang sangat rendah dalam salur.
- (iv) kuasa keluaran bagi enjin pembakaran dalam.

*Describe suitable apparatus with the help of neat sketch to measure*

- (i) *very low pressure*
- (ii) *furnace high temperature*
- (iii) *very low velocity of air in a duct*
- (iv) *power output of an Internal combustion Engine.*

(100 markah)

S5. [a] Lakar litar logik yang dapat menjalankan operasi Bool di bawah.

*Draw the logic circuit to realise the Boolean operation given below.*

$$Y = ab + \bar{a}.c + b.c$$

(20 markah)

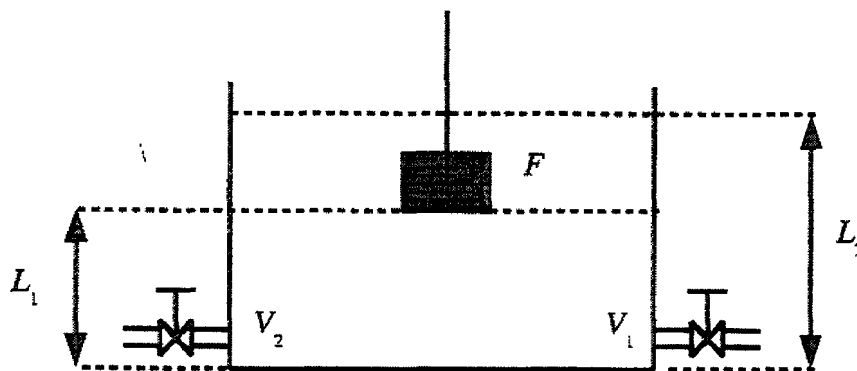
- [b] Menggunakan algebra Bool permudahkan persamaan logik dalam S5[a] dan seterusnya, lakar litar logik menggunakan get logik SATU atau DUA input sahaja.

*Using Boolean algebra, simplify the logic function in Q5[a] and hence draw the reduced circuit using ONE or TWO logic gates only.*

(30 markah)

- [c] Rajah S5[c] menunjukkan tangki yang dilengkapi dengan pengapung  $F$  dan dua injap  $V_1$  dan  $V_2$ . Injap  $V_1$  akan dibuka jika pengapung mencecah paras  $L_1$  manakala injap  $V_2$  akan dibuka jika pengapung mencecah paras  $L_2$ . Mengandaikan terdapat sensor yang boleh mengesakan paras pengapung, rekabentuk litar pensuisan yang boleh mengawal  $V_1$  dan  $V_2$ .

*Figure Q51c1 depicts a tank with a float  $F$  and two valves  $V_1$  and  $V_2$ . Valve  $V_1$  is to be opened if the float reaches level  $L_1$  and  $V_2$ , also to be opened if the float reaches level  $L_2$ . Assuming that a sensor can sense the level of the float, design a switching circuit to control valves  $V_1$  and  $V_2$ .*



Rajah S5[c]  
Figure Q5[c]

(50 markah)

- S6. [a] Lakar simbol dan jadual kebenaran flip-flop RS picu positif.

*Draw the symbol and truth table of the positive edge-triggered RS flip-flop.*

(20 markah)

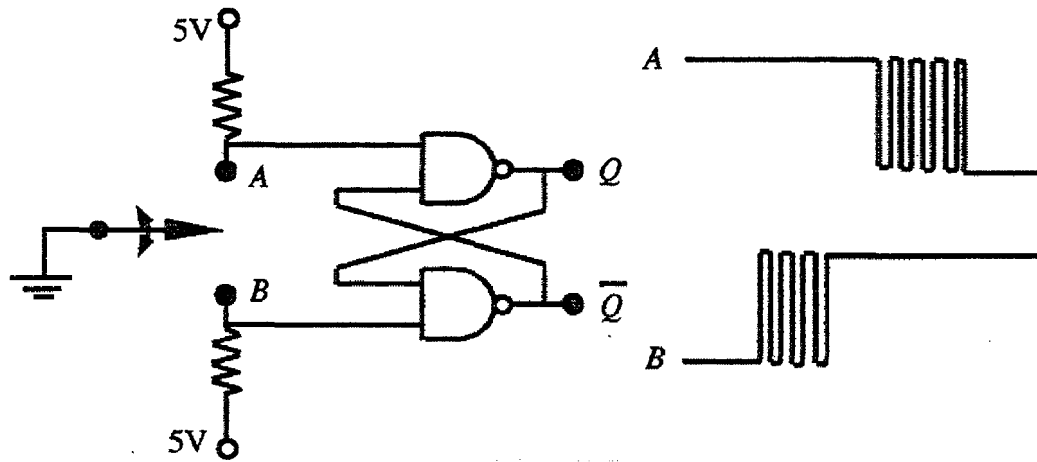
- [b] Ulangi S6[a] tetapi untuk flip-flop RS picu negative.

*Repeat Q6[a] but for the negative edge - triggered RS. flip-flop.*

(20 markah)

- [c] Litar suis kalis lantun seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S6[c] telah direkabentuk.

*A switch debouncing circuit as shown in Figure Q6[c] has been designed.*



Rajah S6[c]  
Figure Q6[c]

- (i) Jejaki perubahan input dan output di kedua-dua get NAND dalam Rajah S6[c] apabila suis berubah kedudukan dari A ke B. Seterusnya lakar gambarajah masa.

*Track the inputs and outputs of the two NAND gets in Figure Q6[c] as the switch moves from contact A to contact B. Hence create the timing diagram.*

(30 markah)

- (ii) Seterusnya lakar gambarajah setara litar kalis lantun Rajah S6[c] menggunakan flip-flop RS.

*Also draw an equivalent circuit for the debouncer circuit shown in Figure Q6[c] using an RS flip-flop.*

(30 markah)

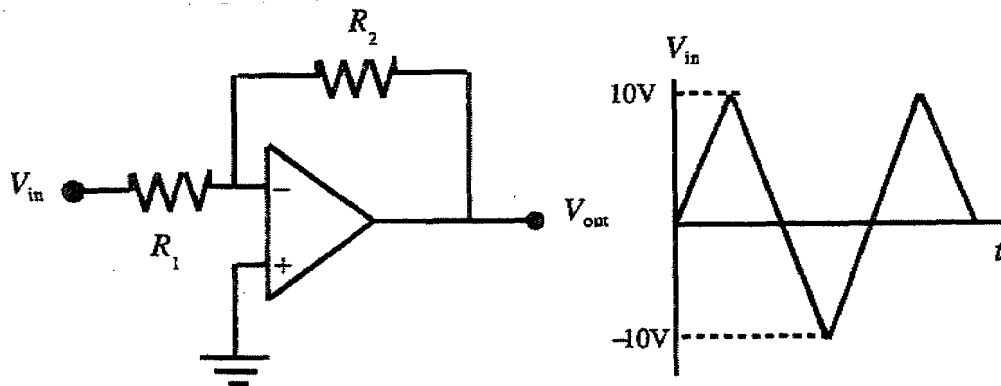
- S7. [a] Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas, bincang TIGA kegunaan utama penguat operasi.

*Using neatly drawn diagram explain THREE applications of the operational amplifier.*

(40 markah)

- [b] Pelajari litar penguat operasi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S7[b].

*Study the operational amplifier circuit shown in Figure Q7[b].*



**Rajah S7[b]**  
*Figure Q7[b]*

- (i) Menggandaikan penguat operasi ialah ideal, terbitkan ungkapan bagi  $V_{out}$ .

*Assuming an ideal operational amplifier, derive the expression for  $V_{out}$*   
**(20 markah)**

- (ii) Menggandaikan  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$  manakala voltan bekalan kuasa penguat operasi ialah  $\pm 15 \text{ V}$ , lakar dan seterusnya label gelombang  $V_{out}$  melawan masa apabila  $V_{in}$  seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S7[b].

*Assuming  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$ , and the op-amp power supply is  $\pm 15 \text{ V}$ , sketch and label  $V_{out}$  when the input voltage  $V_{in}$  is as shown in Figure Q7[b].*  
**(40 markah)**