

SULIT



**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENGAJIAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI I : 2022 / 2023

DEU50043: MEDICAL IMAGING

TARIKH : 15 DISEMBER 2022

MASA : 2.30 PM - 4.30 PM (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **SEBELAS (11)** halaman bercetak.
Bahagian A: Struktur (3 soalan)
Bahagian B: Esei (2 soalan)
Dokumen sokongan yang disertakan : Kertas Graf Semi log

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A: 60 MARKS***BAHAGIAN A: 60 MARKAH*****INSTRUCTION:**

This section consists of **THREE (3)** structured questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi TIGA (3) soalan berstruktur. Jawab SEMUA soalan.

QUESTION 1***SOALAN 1***

This question refers to the following figure of Ultrasound imaging.

Soalan ini merujuk kepada rajah A1 Pengimejan ultrabunyi berikut.

The following figure A1 shows the reflected signal of ultrasound A-scan mode through a person's abdomen. A signal received from the transducer is shown below as the ultrasound propagation and reflection through medium soft tissue, muscle, and air. The reflected signals received at the transducer are at 0.1 and 0.3 ms (milliseconds), as shown in the signal plot of figure A1. Consider the path of the ultrasound wave used to image an internal organ and assume that the weaker echoes come from internal organs.

Rajah A1 berikut menunjukkan isyarat pantulan mod imbasan ultrasound A melalui perut seseorang. Isyarat yang diterima daripada transduser ditunjukkan di bawah sebagai perambatan dan pantulan ultrabunyi melalui tisu lembut sederhana, otot dan udara. Isyarat pantulan yang diterima pada transduser adalah pada 0.1 dan 0.3 ms (milisaat), seperti yang ditunjukkan dalam plot isyarat rajah 1. Pertimbangkan laluan gelombang ultrabunyi yang digunakan untuk imej organ dalaman dan anggap gema yang lebih lemah datang dari organ dalaman.

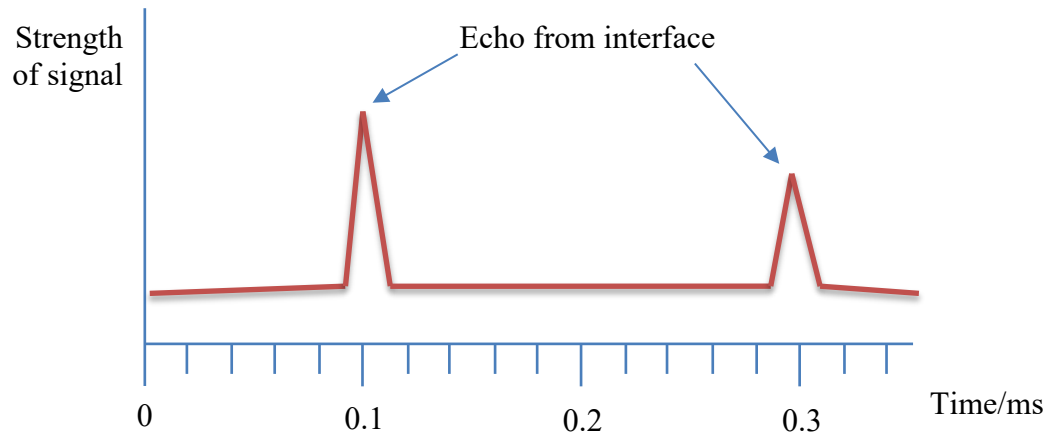


Figure A1: Ultrasound wave used to image a person's abdomen.

Rajah A1: Gelombang ultrabunyi digunakan untuk imej abdomen seseorang.

CLO1
C1

- (a) Describe the application of ultrasound in medicine.

Terangkan aplikasi ultrasound dalam perubatan.

[4 marks]

[4 markah]

CLO1
C2

- (b) Visualize a diagram showing the propagation of ultrasound waves from an ultrasound probe through three mediums: soft tissue, muscle, and air. You also need to sketch below the diagram you drew the signal received from ultrasound reflection on each interface, as shown in Figure A1 above.

Visualisasikan rajah yang menunjukkan perambatan gelombang ultrasound daripada probe ultrasound melalui tiga medium: tisu lembut, otot dan udara. Anda juga perlu melakar di bawah rajah yang anda lukis isyarat yang diterima daripada pantulan ultrasound pada setiap antara muka, seperti yang ditunjukkan dalam rajah A1 di atas.

[6 marks]

[6 markah]

CLO1
C3

- (c) Calculate the percentage of relative intensity by using the reflection coefficient equation at interfaces 1, 2 and 3. The last medium is air with Acoustic impedance = $0.0004 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$. Remember that the wave must travel to and back from each interface. You must use the calculated value to illustrate how a sound wave travels through different media.

Kira peratusan keamatan relatif dengan menggunakan persamaan pekali pantulan pada antara muka 1, 2 dan 3. Medium terakhir ialah udara dengan galangan Akustik = $0.0004 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$. Ingat bahawa gelombang mesti pergi dan balik dari setiap antara muka. Anda mesti menggunakan nilai yang dikira untuk menggambarkan bagaimana gelombang bunyi bergerak melalui media yang berbeza.

Given:

The Percentage of Reflection Coefficient

$$\text{(Peratus Pekali Pantulan), } \alpha_R = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2 \times 100\%$$

The fraction of the incident energy that is *transmitted* across an interface is described by the transmission coefficient α_T

$$\text{where } \% \alpha_T = 100\% - \alpha_R$$

Z_1 and Z_2 are the acoustic impedances of the two media.

Distance = Speed x Time

Distance of ultrasound propagation, d

$$= \frac{1}{2} \times \text{speed, } c \times \text{time duration, } \Delta t$$

Acoustic impedance ($\text{kg/m}^2\text{s}$) = c, speed(m/s) \times ρ , density (kg/m^3)

Acoustic impedance of Soft Tissue ($\text{kg/m}^2\text{s}$) = $1.63 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$

Acoustic impedance of Muscle ($\text{kg/m}^2\text{s}$) = $1.70 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$

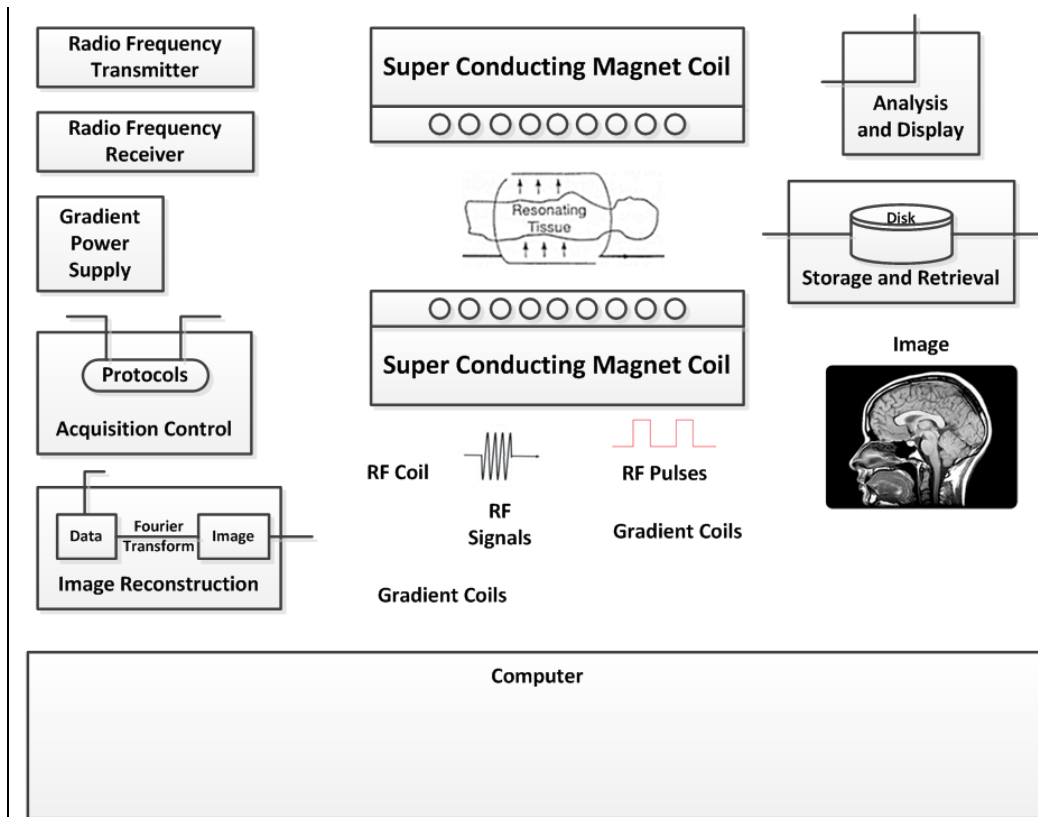
Acoustic impedance of Air ($\text{kg/m}^2\text{s}$) = $0.0004 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1
C1
- (a) List the requirement of magnet used in MRI system.
Senaraikan keperluan/ciri magnet yang digunakan dalam sistem MRI.
- [4 marks]
[4 markah]
- CLO1
C2
- (b) Explain **THREE** (3) primary methods to control radiation exposure.
*Terangkan **TIGA** (3) kaedah utama untuk mengawal pendedahan sinaran.*
- [6 marks]
[6 markah]
- CLO1
C3
- (c) Organize the following component of MRI in Figure A2(c) to complete a block diagram showing MRI system.
Susun komponen MRI berikut dalam Rajah A2(c) untuk menjadi gambarajah blok yang lengkap menunjukkan sistem MRI.



- Super conducting magnet coil
- Gradient coils
- RF coil
- RF pulses
- RF signals
- Radio Frequency Transmitter
- Radio Frequency Receiver
- Gradient power supply
- Acquisition Control
- Protocols
- Image Reconstruction
- Storage and Retrieval
- Analysis and display
- Image
- Data
- Image
- Disk

Figure A2(c) / Rajah A2(c)

[10 marks]
[10 markah]

QUESTION 3

SOALAN 3

CLO1
C1

- (a) Label the names of the boxes marked A, B, C, and D found in the CT Scan equipment block diagram A3(a).

Labelkan nama kotak bertanda A, B, C, dan D yang terdapat dalam gambar rajah blok A3(a) peralatan pengimbas CT.

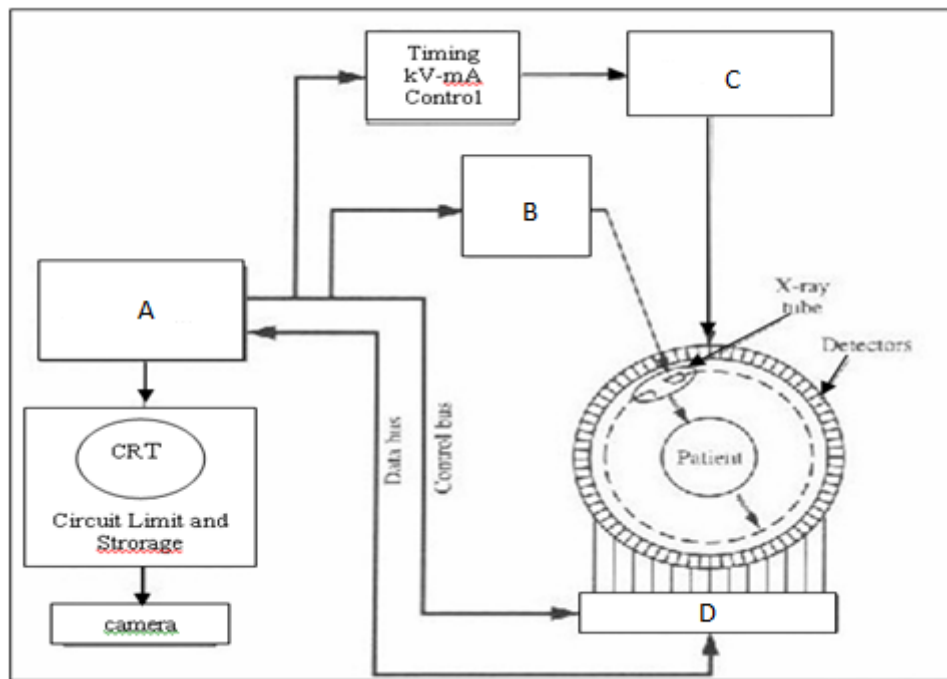


Diagram A3(a): CT Scan block diagram
Rajah Blok A3(a): Gambarajah blok Pengimbas CT

[4 marks]

[4 markah]

CLO1
C3

- (b) Explain briefly **ONE (1)** advantage of Computed Tomography Scanner compared to conventional X-ray machine.

*Terangkan secara ringkas **SATU (1)** kelebihan Pengimbas Tomografi Berkomputer berbanding mesin X-ray konvensional.*

[6 marks]

[6 markah]

CLO1
C3

(c) Sketch Technetium ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$ generator which includes the following items

- i. Lead shielding and Collection vial shielding
- ii. Molybdenum/alumina column
- iii. Plastic chasing
- iv. Sterile Air Filter
- v. Vial of eluent (Sterile saline)
- vi. Evacuated collecting vial

The following statement can be used as a guideline which describe Technetium ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$ generator.

Molybdenum-98 is placed in a neutron stream, the nuclei of the molybdenum atoms can be made to absorb the neutrons to produce molybdenum-99. The capture of a neutron raises the energy of the resulting molybdenum-99 nuclei, and each loses this energy by the prompt emission of a γ -ray. The reaction may be shown using the equation ${}^{98}_{42}\text{Mo} + n \rightarrow {}^{99}_{42}\text{Mo} + \gamma$. A molybdenum-99/alumina column is in the centre of the generator. The molybdenum-99 has a half-life of 67 hours and decays to form technetium-99m by β^- particle emission as: ${}^{98}_{42}\text{Mo} + n \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc}^m + \beta^- + \bar{\nu}$. The ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$ is eluted from the generator at regular intervals as sodium pertechnetate. This isotope, which is in liquid form, may then be used for several radionuclide imaging situations. The ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$ decays to ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ by the emission of β^- ray of energy 140 keV. The metastable isotope has a half-life of 6 hours.

Lakarkan penjana Technetium ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$ yang merangkumi item berikut:

- i. Perisai plumbum dan pelindung vial Koleksi*
- ii. Molibdenum/Lajur alumina*
- iii. Bingkai Plastik*
- iv. Penapis Udara Steril*
- v. Botol eluen (garam steril)*
- vi. Vial pengumpul dipindahkan*

Penyataan dibawah boleh digunakan sebagai garispanduan dan penerangan penjana Technetium ${}^{99}_{43}\text{Tc}^m$.

Molibdenum-98 diletakkan dalam aliran neutron, nukleus atom molibdenum boleh dibuat untuk menyerap neutron untuk menghasilkan molibdenum-99. Penangkapan neutron meningkatkan tenaga nukleus molibdenum-99 yang terhasil, dan setiap satu kehilangan tenaga ini dengan pancaran segera sinar x. Tindak balas boleh ditunjukkan menggunakan persamaan ${}_{42}^{98}\text{Mo} + n \rightarrow {}_{42}^{99}\text{Mo} + \gamma$. Lajur molibdenum-99/alumina berada di tengah-tengah penjana. Molibdenum-99 mempunyai separuh hayat 67 jam dan mereput untuk membentuk teknetium-99m oleh pelepasan zarah β sebagai: ${}_{42}^{98}\text{Mo} + n \rightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc}^m + \beta^- + \bar{\nu}$ dielusikan daripada penjana pada selang masa yang tetap sebagai natrium perteknetat. Isotop ini, yang dalam bentuk cecair, kemudiannya boleh digunakan untuk beberapa situasi pengimejan radionuklid. ${}_{43}^{99}\text{Tc}^m$ mereput kepada ${}_{43}^{99}\text{Tc}$ dengan pancaran sinar- β tenaga 140 keV. Isotop metastabil mempunyai separuh hayat 6 jam.

[10 marks]

[10 markah]

SECTION B: 40 MARKS**BAHAGIAN B: 40 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan esei. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

By using an appropriate diagram, write an essay that discusses the factors which affect the quantity and the quality of the x-ray beam.

CLO1
C3

Dengan menggunakan rajah yang sesuai, tulis sebuah esei yang membincangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kuantiti dan kualiti pancaran x-ray.

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

The reading of the isotope material activity for technetium, ^{99m}Tc , and iodine, ^{131}I , which is recorded every 10 hours in time intervals for 100 hours, is shown in Table B2.

CLO1
C4

Bacaan aktiviti bahan isotop untuk teknetium, ^{99m}Tc , dan iodin, ^{131}I , yang direkodkan setiap 10 jam dalam selang masa selama 100 jam, ditunjukkan dalam Jadual B2.

Table B2: Radioactive decay of Technetium, ^{99m}Tc and Iodine, ^{131}I
Jadual B2: Pereputan radioaktif Technetium, ^{99m}Tc and Iodine, ^{131}I

Time (hours)	Technetium, ^{99m}Tc (Ci)	Iodine, ^{131}I (Ci)
0	200.000	100.000
10	63.012	42.053
20	19.852	17.684
30	6.255	7.437
40	1.971	3.127
50	0.621	1.315
60	0.196	0.553
70	0.062	0.233
80	0.019	0.098
90	0.006	0.041
100	0.002	0.017

- (a) Using the data in Table B2, plot the activity of both isotopes in Curies unit versus Time in hours on semi-log graph paper.

Guna data dalam Jadual B2, plot aktiviti kedua-dua isotop ini dalam unit Curies lawan Masa dalam jam pada kertas graf separa log.

- (b) Determine the Technetium, ^{99m}Tc isotope half-life using the graph you plotted in (a). Draw a line with a proper label on the graph (a) to show your estimating process. You may display the calculation involved to verify your answer is correct. Attach this graph as your answer sheet.

Dapatkan separuh hayat isotop Technetium, ^{99m}Tc menggunakan graf yang anda lukiskan dalam (a). Lukis garisan dengan label yang betul pada graf (a) untuk menunjukkan proses anggaran anda. Anda boleh memaparkan pengiraan yang terlibat untuk mengesahkan jawapan anda adalah betul. Lampirkan graf ini sebagai kertas jawapan anda.

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT