
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2006/2007
*Second Semester Examination
2006/2007 Academic Session*

April 2007
April 2007

ESA 351/3 – Instrumentasi & Peralatan Pesawat
Aircraft Equipment & Instrumentation

Masa : [3 jam]
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** mukasurat bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
Please ensure that this paper contains TWELVE (12) printed pages and SEVEN (7) questions before you begin examination.

Bahagian A : Jawab **DUA (2)** soalan.
Bahagian B : Jawab **DUA (2)** soalan.
Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.
Part A : Answer TWO (2) questions.
Part B : Answer TWO (2) questions.
All questions carry the same marks.

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Malaysia.
The questions can be answered in English but one question must be answered in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.
Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A
PART A

1. (a) Nyatakan dan gambarkan elemen yang diperlukan dalam binaan sistem pengukur digital. Berikan setiap contoh pada setiap elemen.

State and illustrate the elements required to construct a digital measuring system. Provide examples for each element.

(10 markah/marks)

- (b) Sebuah sistem penyukat-tekanan menggunakan sensor yang menukar tekanan kepada voltan mengikut rangkap pemindah, $V_p = 0.5\sqrt{p}$. Voltan ini kemudian ditukarkan kepada arus elektrik. Semasa tekanan bertukar daripada 0 kepada 100psi, arus elektrik beralih dari 4 hingga 20mA.

- i. Cari persamaan rangkap pemindah untuk pertukaran voltan kepada arus elektrik.
- ii. Apakah perubahan tekanan Δp , yang akan menyebabkan arus elektrik sebanyak 1mA daripada 19mA kepada 20mA?
- iii. Apakah perubahan tekanan Δp , yang akan menyebabkan arus elektrik sebanyak 1mA daripada 4mA kepada 5mA?
Mengapa perubahan tekanan ini tidak sama dengan soalan sebelumnya, walaupun perubahan arus elektrik sebanyak 1mA dalam kedua-dua kes.
- iv. Lukiskan graf arus melawan tekanan. Adakah ia linear atau tidak linear?

A pressure-measurement system uses a sensor that converts pressure into voltage according to the transfer functions; $V_p = 0.5\sqrt{p}$. This voltage is then converted into current. As the pressure varies from 0 to 100psi, the current varies from 4 to 20mA.

- i. *Find the transfer function equation for the conversion of voltage to current.*
- ii. *What pressure change Δp , will cause the current to change by 1 mA from 19mA to 20 mA?*
- iii. *What pressure change Δp , will cause the current change by 1 mA from 4mA to 5mA?
Why is the pressure change not the same as the previous question, even though the current changed by 1 mA in both cases.*
- iv. *Prepare a graph of current versus pressure. Is it linear or non-linear.*

(10 markah/marks)

2. (a) Gambarkan proses *sampling* untuk menghasilkan keluaran digital daripada sebuah generator isyarat rawak.

- Nyatakan teori *Nyquist Sampling* dan terangkan kepentingannya.
- Terangkan *Sample and Hold*
- Terang dan lakarkan *Quantisation Error*

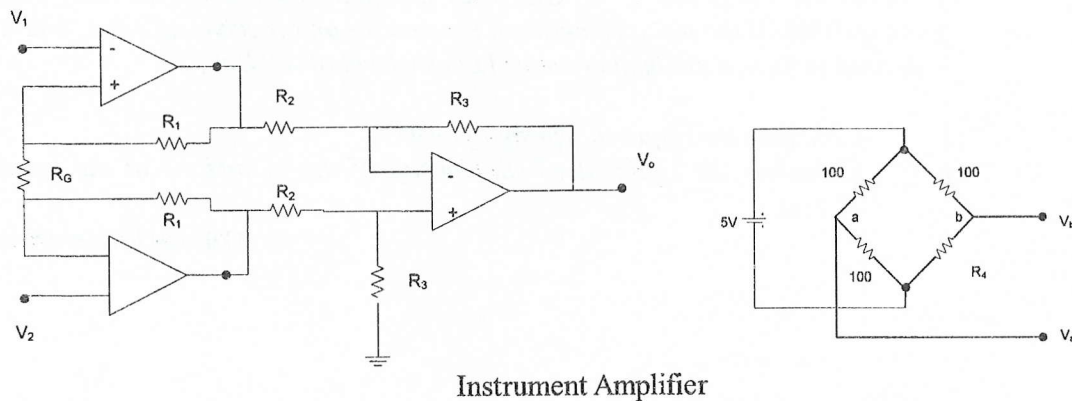
Illustrate the sampling process to produce digital output from a random signal generator.

- State the Nyquist Sampling theorem and Explain its importance.*
- Explain Sample and Hold*
- Explain and sketch Quantisation Error*

(10 markah/marks)

- (b) Rajah 2 menunjukkan sebuah litar jambatan untuk perubahan R_4 daripada 100Ω ke 102Ω . Tunjukkan bagaimana sebuah alat penguat dapat digunakan untuk menghasilkan keluaran 0 hingga $2.5V$. Andaikan bahawa $R_2=R_3=1k\Omega$ dan $R_1=100k\Omega$.

Figure 2 shows a bridge circuit for which R_4 varies from 100Ω to 102Ω . Show how an instrument amplifier could be used to provide an output of 0 to $2.5V$. Assume that $R_2 = R_3 = 1k\Omega$ and that $R_1 = 100 k\Omega$.



Gambarajah 2
Figure 2

(6 markah/marks)

- (c) Penguat Instrumen adalah elemen penting dalam Proses Perapian Isyarat. Bincangkan kepentingannya dalam proses tersebut berpandukan soalan yang telah diberi.

Instrument amplifier is an important element in Signal Conditioning process. Discuss the importance of signal conditioning process with reference to the question given.

(4 markah/marks)

3. (a) Komunikasi moden memerlukan sistem untuk membuat beberapa tugas. Senaraikan EMPAT (4) tugas tersebut. Lakarkan komponen dalam sesebuah sistem komunikasi.

Modern communication requires the system to carry out some tasks. List FOUR (4) of these tasks. Sketch the components of a communication system.

(6 markah/marks)

- (b) Dengan bantuan sebuah rajah, nyatakan persamaan Friss Transmission (dalam unit W dan dB). Labelkan rajah dengan berpandukan kepada persamaan tersebut.

With the aid of a diagram, state the Friss Transmission equation (in W and dB). Label the diagram according to the equation.

(4 markah/marks)

- (c) Pautan radio mikro pada 4.9 GHz menggunakan antenna penghantar dan penerima dengan gandaan 30dB. Jika jarak di antara penghantar dan penerima adalah 27km, dan kuasa minima penerima adalah -60dB;

- i. Tentukan kuasa penghantar yang diperlukan.
- ii. Tentukan kepadatan kuasa sinaran di *lobe* utama pada jarak yang sama.

A microwave radio link at 4.9GHz uses transmit and receive antenna with gains of 30dB. If the distance between transmitter and receiver is 27km, and it is desired to have a minimum received power level of -60dBm;

- i. Calculate the required transmit power.
- ii. Calculate the radiated power density of the main lobe at the same distance.

(10 markah/marks)

4. (a) Terbitkan persamaan radar bagi kes bistatik, untuk kes penghantar dan penerima antenna mempunyai gandaan G_t dan G_r dan berjarak R_t dan R_r dari sasaran. Gambarkan kes tersebut dan labelkan gambarajah.

Derive the radar equation for the bistatic case, where the transmit and receive antennas have gains G_t and G_r and are at distance R_t and R_r from the target respectively. Illustrate the case and label the diagram accordingly.

(8 markah/marks)

- (b) Sebuah radar dedenyut beroperasi pada 2.5GHz dan berkuasa 1kW perdedenyut. Jika sasaran mempunyai $\sigma=20\text{m}^2$ pada jarak 10km, apakah jarak minimum di antara penghantar dan sasaran, untuk isyarat bocor dari penghantar berada di paras 10dB di bawah isyarat penerima? Andaikan gandaan antenna adalah 30dB dan beroperasi secara monostatik.

A pulsed radar operates at 2.5GHz and has a per-pulse power of 1kW. If it is to be used to detect target with $\sigma = 20\text{m}^2$ at a range of 10km, what should be the minimum isolation between the transmitter and target, so that the leakage signal from the transmitter is at least 10dB below the received signal? Assume an antenna gain of 30dB and in monostatic mode.

(8 markah/marks)

- (c) Bincangkan DUA (2) jenis antenna yang digunakan untuk komunikasi kapal terbang dan aplikasi radar. Sertakan dalam perbincangan tersebut faktor yang mempengaruhi pemilihan sesuatu antenna dan rekabentuk antenna tersebut.

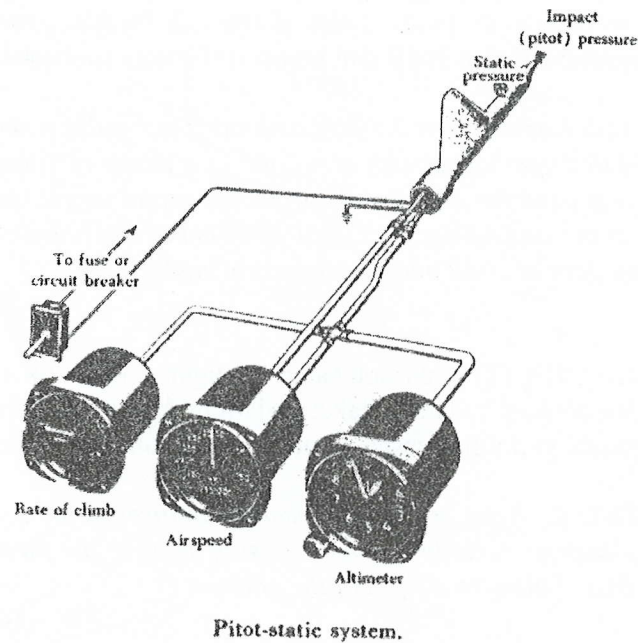
Discuss TWO (2) types of antenna used on an aircraft for communication and radar application. Include in the discussion some of the factor that influences the choices and also the shapes of the antenna.

(4 markah/marks)

BAHAGIAN B
PART B

5. Sebuah sistem pitot-statik yang dipermudahkan bagi sebuah pesawat penumpang ditunjukkan dalam Gambarajah 1. Untuk memahami kaedah sistem ini berfungsi, sila jawab soalan-soalan berikut:

A simplified pitot-static system used on a passenger aircraft is showed in Figure 1. To understand the work mechanism of the system, please answer following questions:



Gambarajah 1: System Pitot-Static

- (a) Sebutkan komponen-komponen sistem instrumentasi pesawat terbang (5 macam)?

Please mention the components of aircraft instrument system used in the aircraft (5 components)?

(10 markah/marks)

- (b) Sebutkan jenis/nama-nama komponen-komponen yang digunakan pada sistem pitot-statik pada gambarajah1 ?

Please name the components used in the pitot-static system shown in the Figure 1?

(10 markah/marks)

- (c) Apakah parameter yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot?

What flight parameters are measured by the static port and the pitot tube?

(10 markah/marks)

- (d) Terangkan bagaimana halaju pesawat boleh dihitung dari kedua-dua parameter penerbangan yang telah diukur oleh prob di atas?

Explain, how can the airspeed of aircraft be determined from above flight parameters that have been sensed by probes above?

(20 markah/marks)

- (e) Di manakah kedudukan kedua-dua probe ini di pesawat terbang dan kenapa ia di tempatkan di sana?

Where must both probes be located on the aircraft and why are they located there?

(20 markah/marks)

- (f) Terdapat tiga penunjuk penerbangan pada panel instrumentasi seperti yang ditunjukkan dalam **Gambarajah 1**: iaitu penunjuk halaju ASI (airspeed indicator), petunjuk halaju menegak VSI (vertical speed indicator) dan penunjuk ketinggian ALT (altimeter). Sila jelaskan secara terperinci prinsip/mekanisma ketiga-tiga petunjuk penerbangan ASI, VSI dan ALT ini berfungsi sehingga ianya boleh menunjukkan parameter penerbangan halaju V_A , ketinggian H_p dan halaju menegak H_{dot} walaupun parameter yang diukur oleh sistem pitot adalah tekanan udara statik dan tekanan udara keseluruhan.

There are 3 flight indicators on the instrument panel as shown in Figure 1: airspeed indicator ASI, vertical speed indicator VSI and altimeter ALT. Please describe in detail the principle/the work mechanism of these flight indicators so that they can display the flight parameter airspeed V_A , the altitude H_p , and the vertical speed although the pitot system measures the static and total air pressure.

(30 markah/marks)

6. (a) Petunjuk halaju udara pesawat terbang ASI memberi halaju udara $V_A = 95$ knot dan petunjuk ketinggian (ALT) menunjukkan ketinggian $H_p = 5000$ kaki kepada juruterbang. Dan data tekanan udara yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot, komputer data udara boleh menentukan parameter penerbangan berikut : halaju udara tertunjuk, V_{ias} , halaju udara diperbetul V_{cas} , halaju udara yang disamakan, V_{eas} , halaju udara sebenar, V_{tas} , dan nombor Mach, M_a yang diperlukan oleh subsistem kapal terbang seperti sistem komputer kawalan penerbangan, AFS, sistem pengurusan penerbangan, FMS dan sebagainya. Dengan menggunakan gambarajah yang dilampirkan (lihat Gambarajah 2, 3 dan 4) kirakan parameter penerbangan di atas ($V_{ias}, V_{cas}, V_{eas}, V_{tas}, M_a$) untuk $V_A = 95$ knot dan $H_p = 5000$ kaki.

The airspeed indicator ASI displays to the pilot the airspeed $V_A = 95$ knot and the altimeter (ALT) the altitude $H_p = 5000$ feet. From the air pressures measured by the static port and pitot tube, the air data computer can determine indicated airspeed V_{ias} , calibrated airspeed V_{cas} , equivalent airspeed V_{eas} , true airspeed V_{tas} , and Mach number M_a . These parameters are needed by flight control computer FCS, flight management system FMS, etc. Using Figure 2, 3, and 4, please calculate the flight parameters $V_{ias}, V_{cas}, V_{eas}, V_{tas}$, and M_a for $V_A = 95$ knot and $H_p = 5000$ feet.

(50 markah/marks)

INDICATED AIRSPEED V_{IAS}

70
80
90
100
110
120
130
135

CALIBRATE AIRSPEED V_{CAS}

71.5
81.5
91.0
100.5
110.5
120.0
129.5
134.5

Gambarajah 2
Figure 2

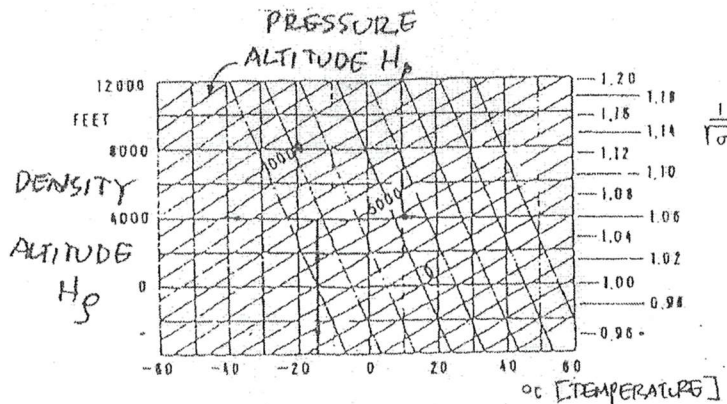


FIG. 3 : $\frac{1}{\sigma}$ - DETERMINATION

Gambarajah 3
Figure 3

altitude H (km)	Temperature		Pressure (N/m ²)	Density (kg/m ³)	Speed of Sound a (m/s)	Mech. Viscosity · 10 ⁵ (m ² /s)	Comparison of		Altitude H (km)
	l (°C)	T (K)					Pressure p/p ₀	Density ρ/ρ ₀	
0	15,00	288,15	101 325,00	1,22500	340,294	1,46072	1,000000	1,000000	0
0,5	11,75	284,90	95 460,83	1,16727	338,369	1,51949	0,942125	0,952872	0,5
1,0	8,50	281,65	89 874,55	1,11164	336,434	1,58130	0,886993	0,907463	1,0
1,5	5,25	278,40	84 555,96	1,05807	334,487	1,64635	0,834503	0,863728	1,5
2,0	2,00	275,15	79 495,18	1,00649	332,529	1,71483	0,784556	0,821624	2,0
2,5	-1,25	271,90	74 682,49	0,956858	330,559	1,78698	0,737059	0,781109	2,5
3,0	-4,50	268,65	70 108,50	0,909121	328,578	1,86303	0,691917	0,742140	3,0
3,5	-7,75	265,40	65 764,03	0,863228	326,584	1,94324	0,649041	0,707876	3,5
4,0	-11,00	262,15	61 640,18	0,819129	324,579	2,02790	0,608344	0,668677	4,0
4,5	-14,25	258,90	57 728,27	0,776774	322,560	2,11730	0,569734	0,634101	4,5
5,0	-17,50	255,65	54 019,85	0,736115	320,529	2,21177	0,533134	0,600910	5,0
5,5	-20,75	252,40	50 506,74	0,697105	318,485	2,31167	0,498463	0,569065	5,5
6,0	-24,00	249,15	47 180,96	0,659696	316,428	2,41738	0,465640	0,538528	6,0
6,5	-27,25	245,90	44 034,78	0,623843	314,358	2,52932	0,434590	0,509260	6,5
7,0	-30,50	242,65	41 060,68	0,589500	312,273	2,64794	0,405237	0,481225	7,0
7,5	-33,75	239,40	38 251,36	0,556623	310,175	2,77372	0,377512	0,454386	7,5
8,0	-37,00	236,15	35 599,75	0,525167	308,063	2,90721	0,351342	0,428707	8,0
8,5	-40,25	232,90	33 098,98	0,495089	305,935	3,04890	0,326661	0,404154	8,5
9,0	-43,50	229,65	30 742,39	0,466347	303,793	3,19967	0,303404	0,380692	9,0
9,5	-46,75	226,40	28 523,55	0,438900	301,636	3,35997	0,281506	0,358285	9,5
10,0	-50,00	223,15	26 436,20	0,412706	299,463	3,53063	0,260905	0,336902	10,0
10,5	-53,25	219,90	24 474,31	0,387725	297,274	3,71247	0,241543	0,316510	10,5
11,0	-56,50	216,65	22 632,04	0,363918	295,069	3,90641	0,223361	0,297076	11,0
11,5	-59,75	213,40	20 916,17	0,341327	292,849	4,11268	0,206427	0,278552	11,5
12,0	-63,00	210,15	19 330,38	0,319828	290,609	4,33164	0,190776	0,253737	12,0
12,5	-66,25	206,90	17 864,83	0,299362	288,349	4,56384	0,176312	0,234500	12,5
13,0	-69,50	203,65	16 510,38	0,279883	286,069	4,80984	0,162945	0,216721	13,0
13,5	-72,75	200,40	15 258,63	0,261355	283,769	5,07021	0,150591	0,200290	13,5
14,0	-76,00	197,15	14 101,78	0,243753	281,449	5,34564	0,139174	0,185105	14,0
14,5	-79,25	193,90	13 032,84	0,227022	279,099	5,63684	0,128622	0,171071	14,5
15,0	-82,50	190,65	12 044,55	0,193673	276,729	5,94464	0,118870	0,158101	15,0

FIG 4 : ASI - TABLE

Gambarajah 4
Figure 4

(b) Sila sebutkan beberapa acuan untuk halaju pesawat beroperasi secara aman.

Please mention important reference speeds for aircraft operation safely.

(20 markah/marks)

(c) Sila terangkan dua sifat penting dari gyroskop dan terangkan maksudnya/maknanya.

Please mention and explain the two important gyroscope's characteristics.

(20 markah/marks)

(d) Sila terangkan maksud dari International Standard Atmosphere?

Please explain the mean of International Standard Atmosphere ?

(10 markah/marks)

7. Seorang juruterbang menerbangkan sebuah pesawat terbang berkipas dua enjin dari Medan ke Langkawi melalui Pulau Pinang dengan halaju $V = 200$ knot (tanpa angin) pada ketinggian $h = 4000$ kaki, di mana jarak dari Medan ke Pulau Pinang ialah 143 nm dan dari Pulau Pinang ke Langkawi ialah 75 nm. Jadual penerbangan adalah Medan MDN - Pulau Pinang VPG - LANGKAWI VPL, lihat Gambarajah 5. Sebelum penerbangan dimulakan, sebuah log penerbangan yang menyatakan waypoint-waypoint (station-station VOR berserta frekuensinya) halaju, ketinggian, jarak di antara dua way point yang berbeza, masa, perlu dipenuhi kerana ianya memberi maklumat rangka/laluan penerbangan serta bagaimana laluan penerbangan tersebut mesti dilalui.

A pilot is flying a twin engine propeller aircraft from Medan to Langkawi via Penang with the true airspeed $V=200$ knot (without wind) at the altitude $h = 4000$ feet, where the distance from Medan to Pinang is 143 nm and from Pinang to Langkawi is 75 nm. The flight route is Medan MDN - Pulau Pinang VPG - LANGKAWI VPL, see Figure 5. Before the flight, a navigation log describing the waypoints (VOR-stations) speed, altitude, distance between way points, time, must be filled in because it provides the pilot the information on the flight route and how this route must be flown.

- (a) Isikan log kemudi (lihat Gambarajah 6) dan apakah jenis carta yang digunakan oleh juruterbang untuk melakukan penerbangan di atas.

Please fill in the navigation log (see Figure 6) and what kind of chart is used by pilot for flying from Langkawi to Medan.

(40 markah/marks)

- (b) Berapakah masa yang diperlukan untuk penerbangan dari Langkawi ke Medan?

How much time is required for flying from Langkawi to Medan?

(20 markah/marks)

- (c) Sila sebutkan dan terangkan 3 macam navigasi jarak pendek.

Please mention and explain 3 kinds of short-range navigation.

(20 markah/marks)

- (d) Jenis navigasi jarak pendek apa yang digunakan pada soalan 6a dan 6b?

What kind of short-range navigation used in problem 6a and 6b.

(20 markah/marks)

