
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005
*First Semester Examination
2004/2005 Academic Session*

Oktober 2004
October 2004

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

Masa : [3 jam]
Hour : [3 hour]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN BELAS (19)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains **NINETEEN (19)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab **DUA (2)** soalan. Bahagian B: Jawab **DUA (2)** soalan.

*Part A: Answer **TWO (2)** questions. Part B: Answer **TWO (2)** questions.*

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Sekiranya calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, sekurang-kurangnya satu soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Student may answer all the questions in Bahasa Malaysia. If you want to answer in English, at least 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 definisi sifat milik asas antenna

State the following definitions for the basic antenna properties:

- (i) Corak Radiasi
Radiation Pattern
- (ii) Gandaan
Gain
- (iii) Pengutuban
Polarisation
- (iv) Pengarahan
Directivity
- (v) Lebar alur
Beamwidth

(40 markah/marks)

- (b) (i) Sebuah pesawat memerlukan antenna untuk pelbagai fungsi. Nyatakan fungsi-fungsi tersebut?

An aircraft requires antennas for variety of functions. State their functions?

- (ii) Sebuah antenna juga perlu menuruti kekangan yang mengatur saiz dan jenis antenna pesawat. Berikan DUA contoh antenna pesawat dan bincangkan bagaimana antenna tersebut direka untuk mengatasi kekangan tersebut.

The antenna also must adhere to some constraints that regulates the size and the type of antenna on aircraft. Give TWO examples of the antenna and discuss how these antenna are designed to withstand the constraints.

(40 markah/marks)

- (c) Gelombang hilang dari pemancar kepada penerima yang disebabkan propogasi ruang bebas adalah berkaitan dengan jarak sahaja.

The signal loss from transmitter to receiver due to free-space propagation is a function of distance only.

- (i) Tuliskan persamaan yang memberi nilai gelombang hilang dari masukan antenna pemancar ke keluaran antenna penerima.

Write the equation that gives the path loss from the input of a transmitting antenna to the output of the receiver antenna.

- (ii) Apakah nilai kehilangan diantara pemancar and penerima untuk 2 pesawat yang setiap satunya menggunakan antenna tegak dan mempunyai gandaan bernilai 2.5dB berbanding isotropi? Frekuensi pemancar ialah 122.8MHz dan jarak diantara pesawat ialah 20 nmi.

What is the loss between transmitter and receiver for two aircraft each using the same vertical antenna with a gain of 2.5dB over isotropic? The transmitting frequency is 122.8MHz and the distance between the aircraft is 20 nmi.

(20 markah/marks)

2. (a) Dengan gambarajah julat elektromagnetik, susunkan jalur-jalur frekuensi dan panjang gelombang untuk menunjukkan jalur VLF, jalur MF, jalur HF, jalur VHF dan jalur UHF yang digunakan dalam komunikasi avionik.

Using electromagnetic spectrum diagram, arrange the frequency band and wavelength to show VLF band, MF band, HF band, VHF band and UHF band used in avionic communication.

(20 markah/marks)

- (b) Bincangkan penggunaan penghantaran HF dan VHF untuk sebuah pesawat. (Nota: alam sekitar, perambatan dan sebagai)

Discuss about the HF and VHF transmission usage for an aircraft. (Note: environment, propagation etc)

(40 markah/marks)

- (c) Modulan amplitud dapat dijana dengan mudah melalui pengayun setempat (LO) dan pendarab.

Amplitude modulation is easily generated using a local oscillator (LO) and a multiplier.

- (i) Apakah fungsi LO dan pendarab?

What is the function of LO and multiplier?

- (ii) Lukiskan gambarajah untuk menunjukkan kaedah untuk menjana gelombang AM mudah dengan:

Draw an illustration to show the method of generating simple AM waveform in :

- (a) Domain masa
Time domain
- (b) Domain frekuensi
Frequency domain

- (iii) Lukiskan litar dengan pendarab dan turas laluan rendah untuk sebuah pengesan AM.

Draw the circuit using multiplier and low-pass filter for an AM detector.

(40 markah/marks)

3. (a) Gambarkan dan terangkan prinsip radar dengan menggunakan penghantar, penerima dan sebuah sasaran. Sertakan dalam penerangan tersebut hilangan dan tabiat pengembalian radar. Seterusnya, sertakan lakaran blok untuk sistem yang digunakan.

Illustrate and explain the principles of radar using a transmitter, receiver and a target. Include in the explanation some losses and the nature of radar return. Also, illustrate some block diagrams for the system used.

(40 markah/marks)

- (b) (i) Terdapat EMPAT (4) sebutan yang menentukan tahap kuasa bising pada penemrima. NYATAKAN kesemua empat sebutan tersebut.

There are FOUR (4) terms that determines the level of the noise power in the receiver. STATE all four.

- (ii) Apakah DME and fungsinya? Sertakan gambarajah jika perlu.

What is DME and its function? Include any illustration if necessary.

(32 markah/marks)

- (c) Jalur-X (8.2 – 12.4 GHz) antena horn tanpa hilangan dipisahkan dengan jarak 100λ . Pekali pantulan di terminal penghantar dan antena penerima ialah 0.1 dan 0.2. Pengarahan maximum pada penghantar dan penerima antena (berbanding isotrop) adalah 16dB dan 20dB.

Two lossless X-band (8.2 – 12.4 GHz) horn antennas are separated by a distance of 100λ . The reflection coefficients at the terminals of the transmitting and receiving antennas are 0.1 and 0.2 respectively. The maximum directivities of the transmitting and receiving antennas (over isotropic) are 16dB and 20dB, respectively.

- (i) Tuliskan persamaan nilai kuasa yang dihantar ke beban penerima.

Write the equation for the amount of power delivered to the receiver load.

- (ii) Dianggarkan bahawa kuasa masukan ke dalam talian penghantar yang disambungkan kepada antena penghantar bernilai $2W$, dan antena-antena yang disusun untuk mendapat radiasi maksimum diantara mereka. Mereka juga mempunyai pengutub sepadan. Dapatkan kuasa yang dihantar ke beban penerima.

Assuming that the input power in the lossless transmission line connected to the transmitting antenna is $2 W$, and the antennas are aligned for maximum radiation between them and are polarization matched, find the power delivered to the load of the receiver

(28 markah/marks)

BAHAGIAN B
PART B

4. Sebuah sistem pitot-statik yang dipermudahkan bagi sebuah pesawat penumpang di tunjukan dalam **Gambarajah 1**. Sistem ini mengandungi beberapa sub-sistem, seperti prob/penderia pengiraan, panel instrumentasi penerbangan, sistem perpaipan dan komputer data udara (ADC). 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. This system consists of several subsystems, such as measuring probe/sensor, flight instrument panel, pipe system and air data computer (ADC). To understand the work mechanism of the system, please answer following questions :

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

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

(15 markah/marks)

- (b) Apakah perbezaan antara tekanan udara statik P_s dan jumlah tekanan udara P_t ?

What is the difference between static air pressure P_s and total air pressure P_t ?

(15 markah/marks)

- (c) 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?

(30 markah/marks)

- (d) 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 and ALT ini berfungsi sehingga ianya boleh menunjukkan parameter penerbangan halaju VA, ketinggian Hp dan halaju menegak Hdot 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 VSI, 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 VA, the altitude Hp, and the vertical speed although the pitot system measures the static and total air pressure*

(40 markah/marks)

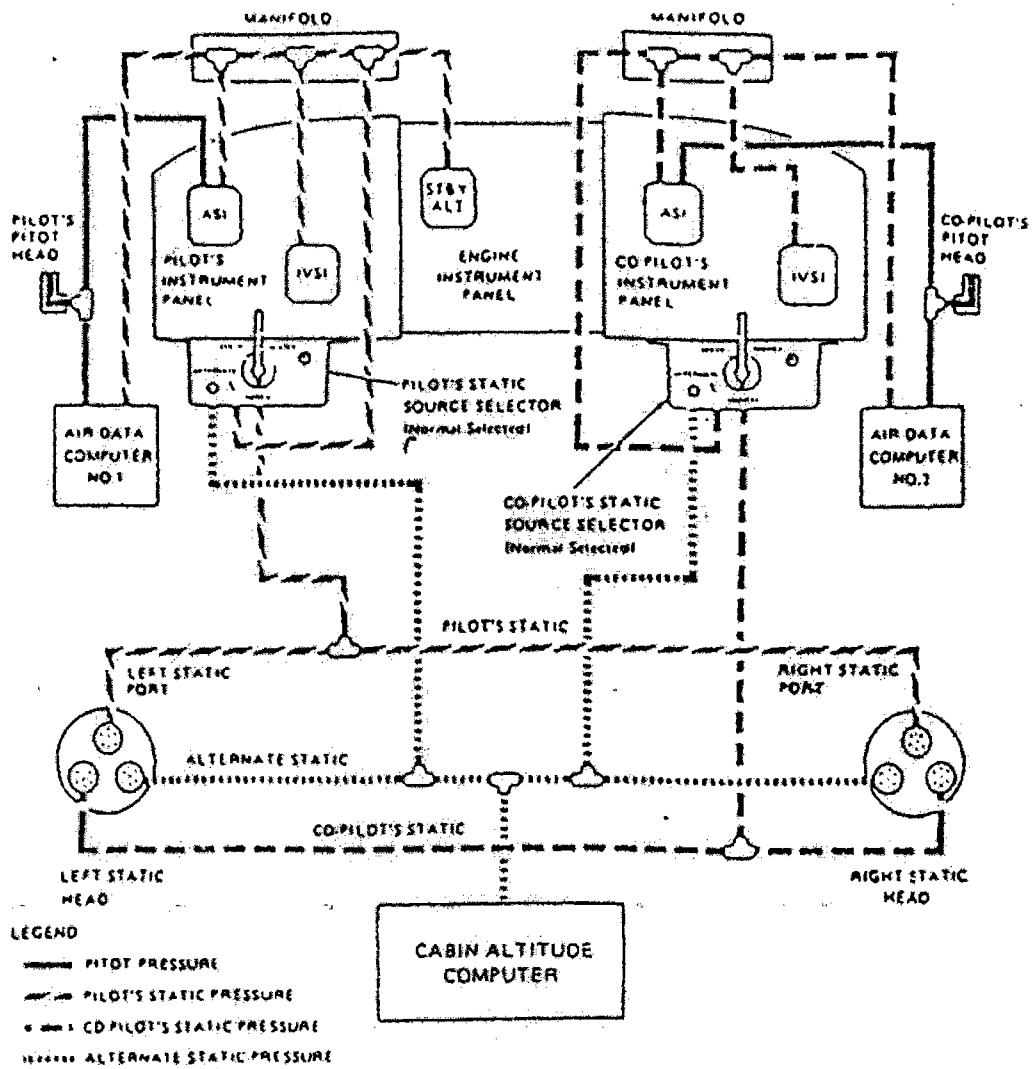


Fig. 1 : The simplified pitot-static system

5. Petunjuk halaju udara pesawat terbang ASI memberi halaju udara $VA = 125$ knot dan petunjuk ketinggian (ALT) menunjukkan ketinggian $H_p = 10000$ feet kepada juruterbang. Dari data tekanan udara yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot, computer 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, Ma 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 ($V_{ias}, V_{cas}, V_{eas}, V_{tas}, Ma$) untuk $VA = 125$ knot dan $H_p = 10000$ kaki.

*The airspeed indicator ASI displays to the pilot the airspeed $VA = 125$ knot and the altimeter (ALT) the altitude $H_p = 10000$ 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 Ma . These parameter are needed by flight control computer FCS, flight management system FMS, etc. Using **Figure 2, 3, and 4**, please calculate the flight parameter $V_{ias}, V_{cas}, V_{tas}, V_{eas}$, and Ma for $VA = 125$ knot and $H_p = 10000$ feet.*

(100 markah/marks)

INDICATED AIRSPEED VIAS	CALIBRATE AIRSPEED V_{CAS}
70	71.5
80	81.5
90	91.0
100	100.5
110	110.5
120	120.0
130	129.5
135	134.5

FIG. 2: RELATIONSHIP BETWEEN VIAS & V_{CAS}

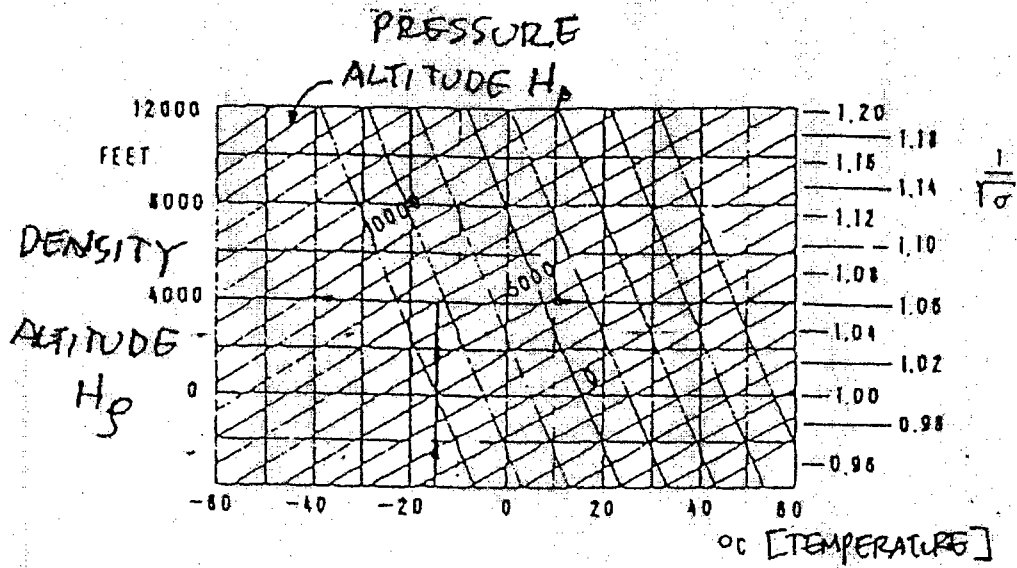


FIG. 3: $\frac{1}{\sqrt{\rho}}$ - DETERMINATION

altitude H (km)	Temperature		Pressure P (N/m ²)	Density ρ (kg/m ³)	Speed of Sound a (m/s)	Medi. Viscosity ν · 10 ⁶ (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	84 555,98	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	0,704676	3,5
4,0	-11,00	262,15	61 640,18	0,819129	324,579	2,02790	0,608146	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	0,465610	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	3,04898	0,326661	0,404134	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	-56,50	216,65	20 916,17	0,336327	295,069	4,22688	0,206427	0,274552	11,5
12,0	-56,50	216,65	19 330,38	0,310828	295,069	4,57364	0,190776	0,253737	12,0
12,5	-56,50	216,65	17 864,83	0,287262	295,069	4,94884	0,176312	0,234500	12,5
13,0	-58,50	216,65	16 510,38	0,265483	295,069	5,35482	0,162945	0,216721	13,0
13,5	-58,50	216,65	15 258,63	0,245355	295,069	5,79411	0,150591	0,200290	13,5
14,0	-58,50	216,65	14 101,78	0,226753	295,069	6,26943	0,139174	0,185105	14,0
14,5	-58,50	216,65	13 032,84	0,209502	295,069	6,78375	0,128622	0,171071	14,5
15,0	-58,50	216,65	12 044,55	0,193673	295,069	7,34026	0,118870	0,159101	15,0

FIG. A: ASI-TABLE

6. Seorang juruterbang menerbangkan sebuah pesawat terbang berkipas dua enjin dari Langkawi ke Medan melalui Pulau Pinang dengan halaju $V = 200$ knot (tanpa angin) pada ketinggian $h = 6000$ kaki, di mana jarak dari Langkawi ke Pulau Pinang ialah 74.7 nm dan dari Pulau Pinang ke Medan ialah 140.3 nm. Jadual penerbangan adalah LANGKAWI VPL – Pulau Pinang VPG – Medan MDN, 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 berbeda, 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 Langkawi to Medan via Penang with the true airspeed $V=200$ knot (without wind) at the altitude $h = 6000$ feet, where the distance from Langkawi to Pinang is 74.7 nm and from Pinang to Medan is 140.3 nm. The flight route is Langkawi VPL – Pinang VPG – Medan MDN, see **Figure 5**. Before the flight, a navigation log describing the waypoints (VOR-stations) speed, altitude, distance between waypoints, 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 **Fig. 6**) and what kind of chart is used by pilot for flying from Langkawi to Medan.*

(30 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)

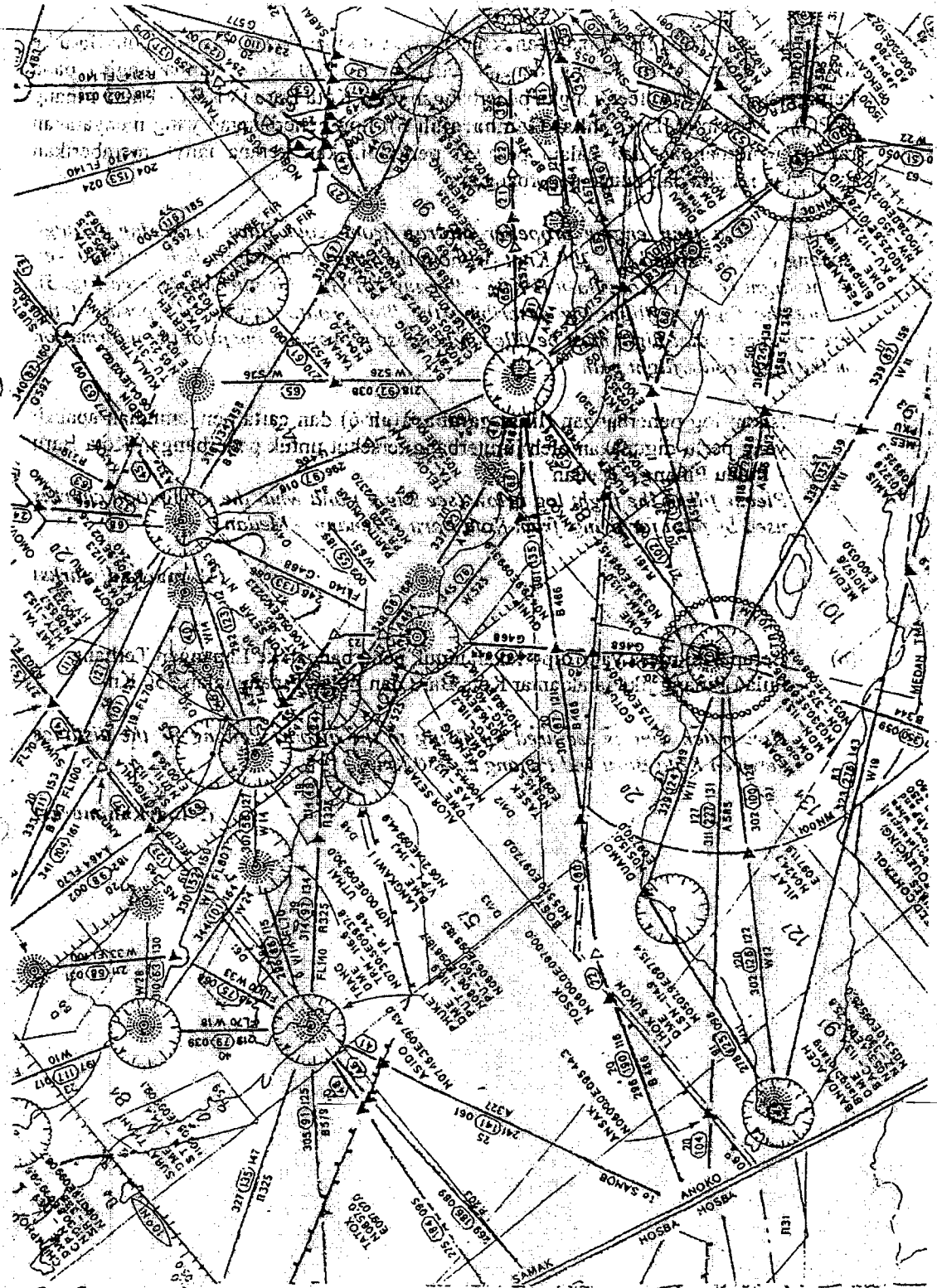


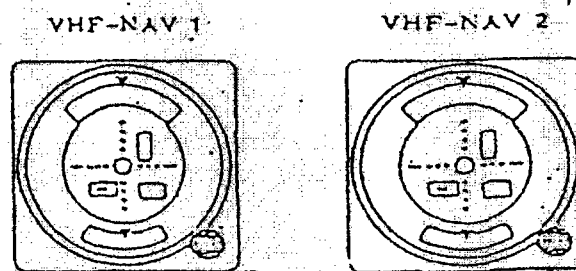
Fig. 5: Navigation location chart.

- (c) Carilah nilai-nilai pembolehkan kemudi berikut dan lukiskannya pada instrumentasi petunjuk kemudi OBI (lihat gambarajah 7(a) and 7(b)) berdasarkan carta kemudi pada gambarajah 5 untuk penerbangan Langkawi ke Medan.

Determine the following values of the navigation variables and draw them on the navigation display instrument OBI (see Fig. 7a and 7b) using the navigation chart in Figure 5 for flight from Langkawi to Medan

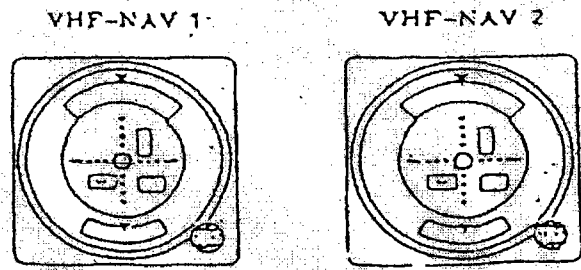
(25 markah/marks).

- (i) LANGKAWI – PENANG :
 NAV1 : VKB VOR OBS (Course) : ? TO/FROM Annunciator : ?
 NAV2 : VPG VOR OBS (Course) : ? TO/FROM Annunciator : ?



Gambarajah 7a : OBI – Indicator
Figure 7(a) : OBI - Indicator

- (ii) PENANG - MEDAN :
NAV1 : MDN VOR OBS (Course) : ? TO/FROM Annunciator : ?
NAV2 : VPG VOR OBS (Course) : ? TO/FROM Annunciator : ?



Gambarajah 7(b) : OBI - Indicator
Figure 7(b) : OBI - Indicator

- (d) Terangkan olahgerak penerbangan 224 degree "outbound" – jejari VOR selepas penerbangan melintas pada waypoint VPG VOR

Describe the flight manoeuver of the 224 degree outbound –VOR- radial after the over flight of VPG VOR.

(25 markah/marks)

ooo000ooo