
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004
*Second Semester Examination
2003/2004 Academic Session*

Februari/Mac 2004
February/March 2004

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 soalan ini mengandungi **TIGABELAS** mukasurat bercetak dan **LIMA** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.
*Please ensure that this paper contains **THIRTEEN** printed pages and **FIVE** questions before you begin examination.*

Jawab **EMPAT** soalan.
*Answer **FOUR** 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.

Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.
Non programmable calculator can be used.

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

- 2 -

1. Sebuah sistem pitot-statik yang dipermudahkan bagi sebuah pesawat penumpang di tunjukkan dalam Gambarajah 1. Sistem ini mengandungi beberapa sub-sistem, seperti prob/penderia pengiraan, panel instrumentasi penerbangan, sistem perpaipan dan komputer udara ADC. Sebagai pemahaman 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. 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 ?

(30 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 ?

(20 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?

(50 markah/marks)

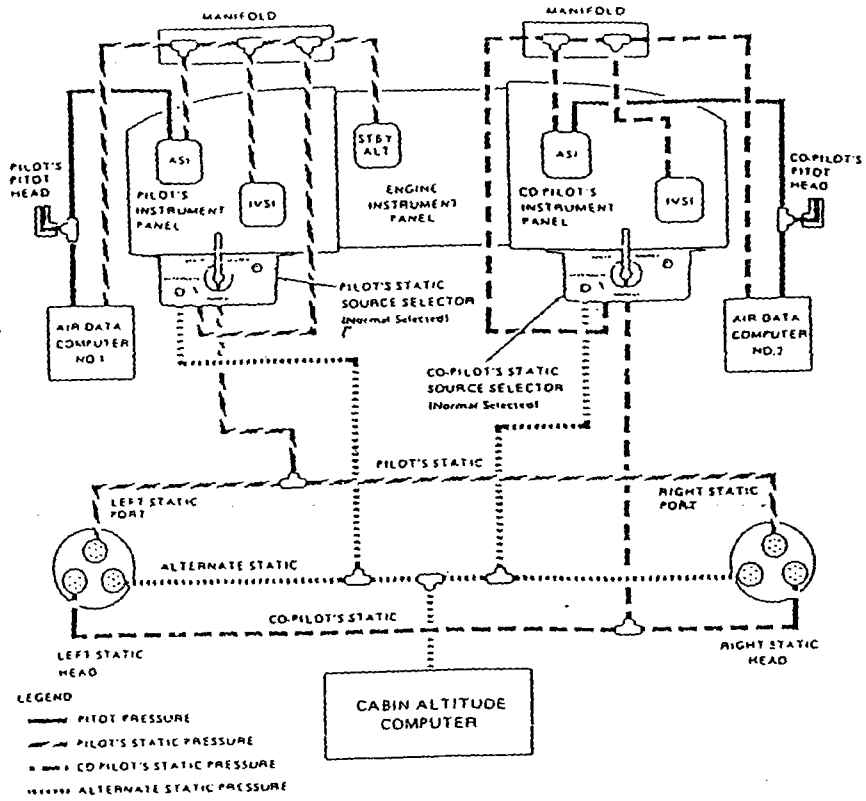


Fig. 1 : The simplified pitot-static system

- 4 -

2. 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 VA, ketinggian Hp dan halaju menegak Hdot walaupun parameter yang diukur oleh pitot sistem adalah tekanan udara statik dan tekanan udara total.

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

(100 markah/marks)

3. Petunjuk halaju udara pesawat terbang ASI memberi halaju udara VA = 115 knot dan petunjuk ketinggian ALT menunjukkan ketinggian Hp = 10000 kaki kepada juruterbang. Dari data tekanan udara yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot, komputer data udara boleh menentukan parameter penerbangan berikut : halaju udara tertunjuk Vias, halaju udara diperbetul Vcas, halaju udara yang disamakan Veas, halaju udara sebenar Vtas, dan 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 (Vias, Vcas, Veas, Vtas, Ma) untuk VA= 115 knot dan Hp=10000 kaki.

The airspeed indicator ASI displays to the pilot the airspeed VA =115 knot and the altimeter the altitude Hp=10000 feet. From the air pressures measured by the static port/pitot tube, the air data computer can determine indicated airspeed Vias, calibrated airspeed Vcas, equivalent airspeed Veas, true airspeed Vtas, 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 Vias, Vcas, Vtas, Veas, and Ma for VA = 115 knot and Hp = 10000 feet.

(100 markah/marks)

...5/

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 & VCAS

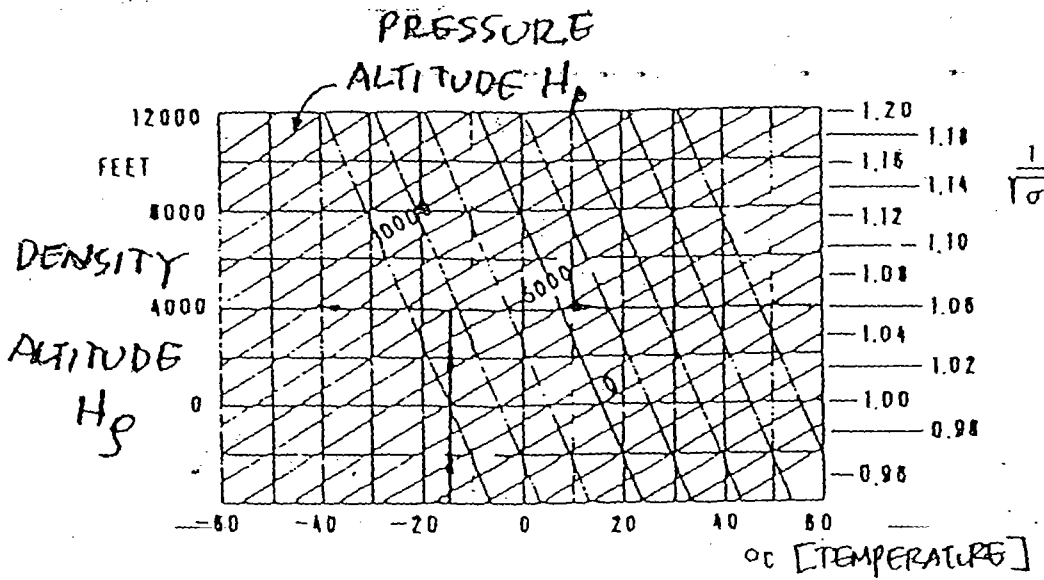


FIG. 3 : $\frac{1}{\rho}$ - DETERMINATION

Altitude H [km]	Temperature		Pressure P [N/m ²]	Density ρ [kg/m ³]	Speed of Sound a [m/s]	Mech. Viscosity ν · 10 ³ [m ² /s]	Comparison of		Altitude H [km]
	I [°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	-1,75	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	0,608341	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	0,498453	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	0,351842	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	-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	210,85	15 258,63	0,245355	295,069	5,79411	0,150591	0,200290	13,5
14,0	-58,50	210,85	14 101,78	0,226753	295,069	6,26943	0,139174	0,185105	14,0
14,5	-58,50	210,85	13 032,64	0,209502	295,069	6,78375	0,128622	0,171071	14,5
15,0	-58,50	210,85	12 044,55	0,193673	295,069	7,34026	0,118870	0,159101	15,0

FIG. 4: ASI-TABLE

-7-

4. Seorang juruterbang menerbangkan sebuah pesawat terbang berkipas dua enjin dari Langkawi ke Medan melalui Pulau Pinang dengan halaju $V = 180$ knot (tanpa angin) pada ketinggian $h = 5000$ kaki, di mana jarak dari Langkawi ke Pulau Pinang adalah 74.7 nm dan dari Pulau Pinang ke Medan adalah 140.3 nm. Rangka penerbangan ialah 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, intersection), halaju, ketinggian, jarak antara dua way point yang berbeza, masa, perlu diisi 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 $V=180$ knot (without wind) at the altitude $h = 5000$ feet, where the distance from Langkawi to Pinang is 140.3 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, intersection), 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)

-10-

- (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.

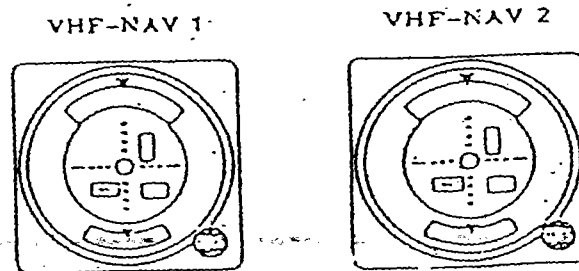
Determine the following values of the navigation variables and draw them on the navigation display instrument OBI (see Fig. 7a and 7b) using the navigation chart in Figure 5 for flight from Langkawi to Medan

(25 markah/marks).

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

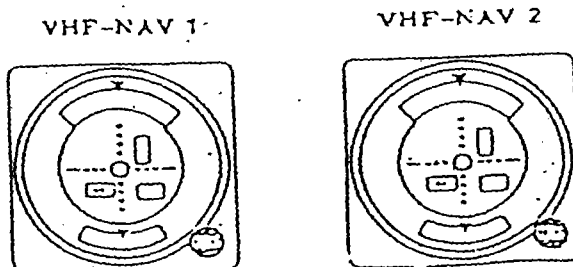
PENANG -MEDAN :

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 darjah "outbound" – jejari VOR selepas penerbangan melintas pada waypoint VPG VOR

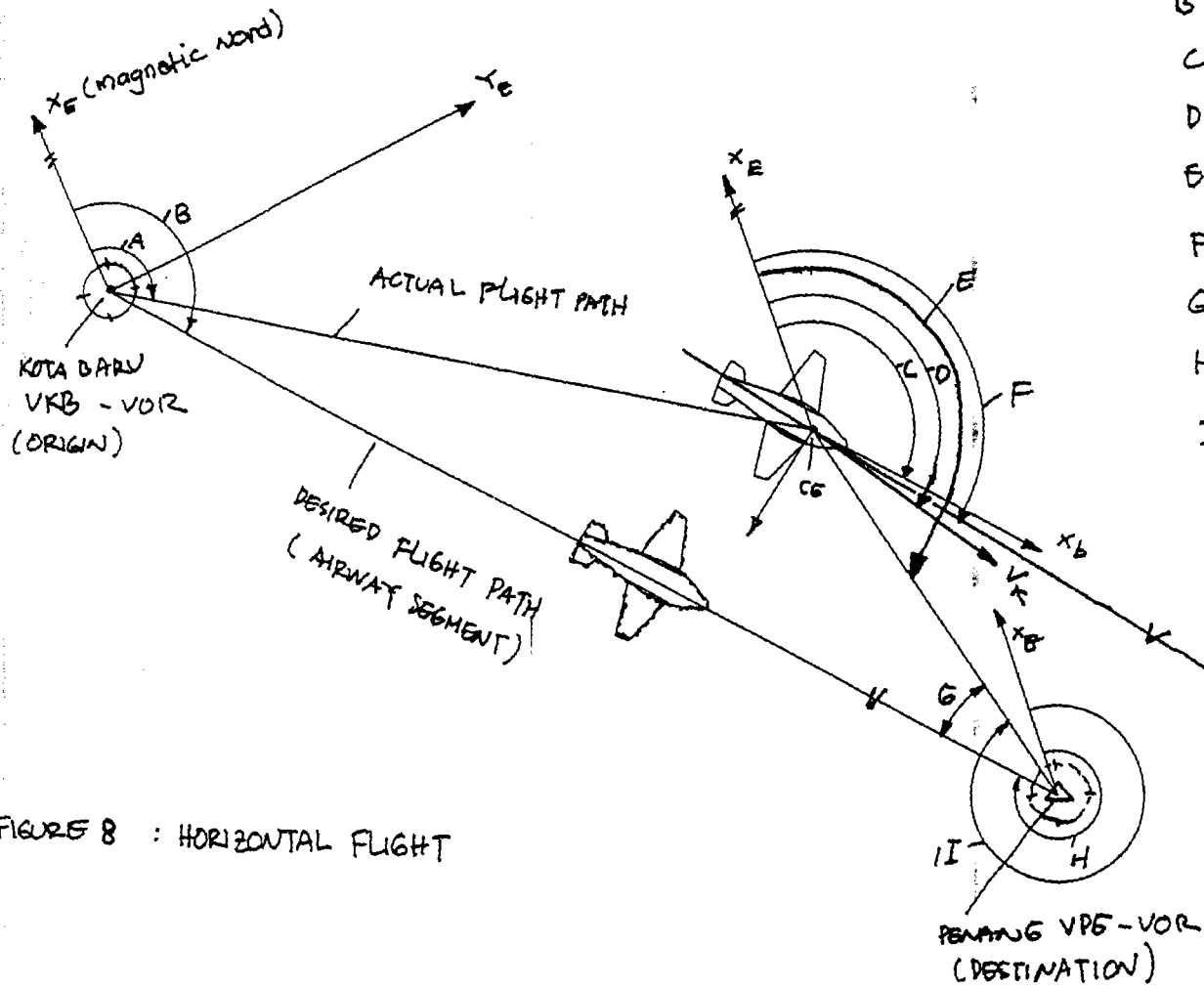
Describe the flight manoeuvre of the 224 degree outbound –VOR- radial after the over flight of VPG VOR.

(25 markah/marks)

5. Lengkapkan gambar pada gambarajah 8 dengan mengaitkan parameter kemudi dan sebutkan namanya serta sensor atau peralatan penunjuk yang digunakan untuk mengukur atau menunjukkan parameter tersebut.

Please complete the picture in Figure 8 with corresponding navigation parameter, explain the meaning of them and what kind of the sensor/instrument indicator that are used to measure or to display them

(100 markah/marks)



- A = ? (-----)
- B = ? (-----)
- C = ? (-----)
- D = ? (-----)
- B = ? (-----)
- F = ? (-----)
- G = ? (-----)
- H = ? (-----)
- I = ? (-----)

FIGURE 8 : HORIZONTAL FLIGHT