

Zadanie egzaminacyjne

Z zapisu w Pokładowym Dzienniku Technicznym wynika, że podczas manewru podchodzenia samolotu do lądowania wystąpiły błędy we wskazaniach wysokości lotu, podawanych przez radiowysokościomierz pokładowy typu ALA-51A.

Radiowysokościomierz został wybudowany z samolotu, następnie na stanowisku pomiarowym wyposażonym w tester ALT-51A wykonano testy sprawdzające charakterystykę przetwarzania „wysokość/napięcie” H/U, układu pomiarowego w radiowysokościomierzu. Wyniki testowania radiowysokościomierza zapisano w „Księżce kontroli parametrów obiektu lotniczego”.

Opracuj projekt realizacji czynności obsługowych prowadzących do określenia zdolności do użytkowania radiowysokościomierza ALA-51A w samolocie podczas lotu.

Projekt realizacji powinien zawierać:

1. Tytuł pracy egzaminacyjnej.
2. Założenia do projektu wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji.
3. Schemat blokowy układu do wykonania testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.
4. Opis czynności związanych z wykonaniem testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.

Dokumentacja z wykonanych prac powinna zawierać:

5. Charakterystyki przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A zgodnie z parametrami znamionowymi, w dwóch zakresach wysokości:
 - od 0 ft. do 600 ft.,
 - od 600 ft. do 2500 ft.,na przygotowanych w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ siatkach.
6. Porównanie wyników testowania radiowysokościomierza z parametrami znamionowymi w dwóch zakresach wysokości w tabelach przygotowanych w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ.
7. Obliczenia maksymalnych odchyłek wskazań wysokości H radiowysokościomierza:
 - dwóch odchyłek ΔH_{MAX} i ΔH_{MIN} w zakresie wysokości od 0 ft. do 600 ft.,
 - dwóch odchyłek ΔH_{MAX} i ΔH_{MIN} w zakresie wysokości od 600 ft. do 2500 ft.
8. Ocenę sprawności radiowysokościomierza ALA-51A, na podstawie porównania wyników testowania z parametrami znamionowymi przetwarzania H/U.
9. Ocenę przydatności radiowysokościomierza ALA-51A do użytkowania w samolocie podczas lotu.

Do wykonania zadania wykorzystaj:

- I. Dane techniczne radiowysokościomierza ALA-51A.
- II. Parametry znamionowe przetwarzania „wysokość/napięcie” H/U radiowysokościomierza ALA-51A.
- III. Opis funkcji testera ALT-51A.
- IV. Fragment „Książki kontroli parametrów obiektu lotniczego” z wynikami testowania radiowysokościomierza ALA-51A.
- V. Wyposażenie stanowiska pomiarowego.

Siatki do wykonania charakterystyk przetwarzania H/U - zamieszczone w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ.

Tabele do porównania wyników testowania z parametrami znamionowymi zamieszczone w KARCIE PRACY EGZAMINACYJNEJ.

Wzory do obliczenia maksymalnych odchyłek wskazań wysokości radiowysokościomierza dla zakresu wysokości od 0 ft. do 600 ft.:

$$\Delta H_{MAX} = \Delta U_{MAX} / 0,02 \text{ [ft.]},$$

$$\Delta H_{MIN} = \Delta U_{MIN} / 0,02 \text{ [ft.]},$$

Wzory (uproszczone) do obliczenia maksymalnych odchyłek wskazań wysokości radiowysokościomierza dla zakresu wysokości od 600 ft. do 2500 ft.:

$$\Delta H_{MAX} = \Delta U_{MAX} \cdot (2 \cdot \Delta U_{MAX} + 25) \text{ [ft.]},$$

$$\Delta H_{MIN} = \Delta U_{MIN} \cdot (2 \cdot \Delta U_{MIN} + 25) \text{ [ft.]},$$

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 240 minut.

I. Dane techniczne radiowysokościomierza ALA-51A

Radiowysokościomierz pokładowy ALA-51A przeznaczony jest do precyzyjnego pomiaru wysokości lotu samolotu względem ziemi, głównie podczas manewrów startu i podchodzenia do lądowania.

Wysokość lotu określana jest na zasadzie pomiaru wielkości dewiacji częstotliwości ΔF nadajnika mikrofalowego radaru w odcinku czasu od nadania sygnału sondującego do odbioru sygnału odbitego od ziemi. Dewiacja częstotliwości ΔF , obliczana jest jako różnica wyników pomiaru częstotliwości z dwóch liczników, a następnie przetwarzana na napięcie w przetworniku częstotliwość-napięcie f/U.

Wartość napięcia wyjściowego radiowysokościomierza ALA-51A odpowiada wysokości lotu zgodnie ze standardem ARINC 552 „A”.

Radiowysokościomierz ALA-51A wyposażony jest w dwa niezależne wyjścia napięcia stałego do podłączenia cyfrowych pokładowych wskaźników wysokości lotu, działających na zasadzie pomiaru napięcia (woltomierz DC).

Parametry techniczne radiowysokościomierza ALA-51A

Parametry zasilania zewnętrznego	$U_z = 115 \text{ V/AC}$ $f = 400 \text{ Hz (380 Hz } \div \text{ 420 Hz)}$ $P_z = 95 \text{ VA}$
Częstotliwość pracy nadajnika	$F_0 = 4,3 \text{ GHz}$
Maksymalna dewiacja częstotliwości nadajnika	$\Delta F_{MAX} = \pm 70 \text{ MHz}$
Nominalna moc wyjściowa nadajnika	$P_{WY} = 300 \text{ mW}$
Zakres pomiaru wysokości	$H = -20 \text{ ft. } \div \text{ 2500 ft.}$
Błąd efektu Dopplera	nie występuje
Dokładność pomiaru wysokości	0 ft. \div 100 ft. $\pm 1,5 \text{ ft.}$ 100 ft. \div 500 ft. $\pm 2 \text{ ft.}$ lub $\pm 2\%$ 500 ft. \div 2500 ft. $\pm 3\%$
Dopuszczalny maksymalny kąt przechylenia samolotu	$\pm 30^\circ$
Dopuszczalny maksymalny kąt pochylenia samolotu	$\pm 10^\circ$
Warunki środowiskowe eksploatacji	Zakresy użytkowania: Wysokość $H = 0 \text{ ft. } \div \text{ 45 000 ft.}$ Temperatura $T = -55 \text{ }^\circ\text{C } \div \text{ } +55 \text{ }^\circ\text{C (} +71 \text{ }^\circ\text{C - do 30 min)}$ Wilgotność $h \leq 95\%$

II. Parametry znamionowe przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A

Przetwarzanie parametrów „wysokość/napięcie” H/U w radiowysokościomierzu ALA-51A realizowane jest zgodnie ze standardem ARINC 552 z kompresją wg prawa „A”, dlatego napięcie wyjściowe w zakresie wysokości H = 0 ft. ÷ 600 ft. zmienia się liniowo, co zapewnia większą dokładność pomiaru wysokości, natomiast w zakresie H = 600 ft. ÷ 2500 ft. zmienia się nieliniowo, co skutkuje pogorszeniem dokładności pomiaru wysokości.

Wysokość H [feets]	Napięcie wzorcowe U [V]	Tolerancja napięcia [V]	Wysokość H [feets]	Napięcie wzorcowe U [V]	Tolerancja napięcia [V]
0	0.40	0.38	600	12.40	12.03
		0.42			12.77
100	2.40	2.34	700	13.65	13.26
		2.46			14.04
200	4.40	4.27	900	16.10	15.63
		4.53			16.56
300	6.40	6.21	1000	17.13	16.81
		6.79			17.42
400	8.40	8,23	1200	18.95	18.40
		8.62			19.50
500	10.40	10.09	1500	21.12	20.49
		10.70			21.75
600	12.40	12.03	1700	22.47	21.80
		12.77			23.13
			2000	23.96	23.24
					24.68
			2500	26,00	25,65
					26,60

Uwaga:

Wartości napięć wzorcowych i tolerancji napięć wyjściowych układu przetwarzania H/U zostały zapisane z dokładnością $\pm 0,01$ V.

III. Opis funkcji testera ALT- 51A

Tester ALT-51A jest urządzeniem wielofunkcyjnym i umożliwia wykonanie diagnostyki radiowysokościomierza pokładowego ALA-51A.

Tester ALT-51A wymaga zewnętrznego zasilania dwoma napięciami:

- a) 115 V AC/400 Hz
- b) 28 V DC

Wykonując woltomierzem cyfrowym pomiary napięć wyjściowych testera ALT-51A, określa się poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.

Mierzoną przez radiowysokościomierz wysokość H, zadaje się w testerze poprzez minimum 6 sygnałów TRIP, wyzwalanych samoczynnie według nastaw fabrycznych testera, w obydwu zakresach pomiarowych wysokości H.

IV. Fragment „Książki kontroli parametrów obiektu lotniczego”

Wyniki testowania radiowysokościomierzu ALA-51A

Data wykonania 18.06.2009		Typ testera ALT-51A	
Wysokość H [feets]	Napięcie U [V]	Wysokość H [feets]	Napięcie U [V]
0	0.39	600	12.40
100	2.35	700	13.15
200	4.29	900	16.19
300	6.34	1000	17.42
400	8.56	1200	19.70
500	10.45	1500	21.95
600	12.40	1700	23.45
		2000	24.96
		2500	26.95
Miejsce testowania PLL LOT Okęcie		Test wykonał: Jacek Radiola	

V. Wyposażenie stanowiska pomiarowego

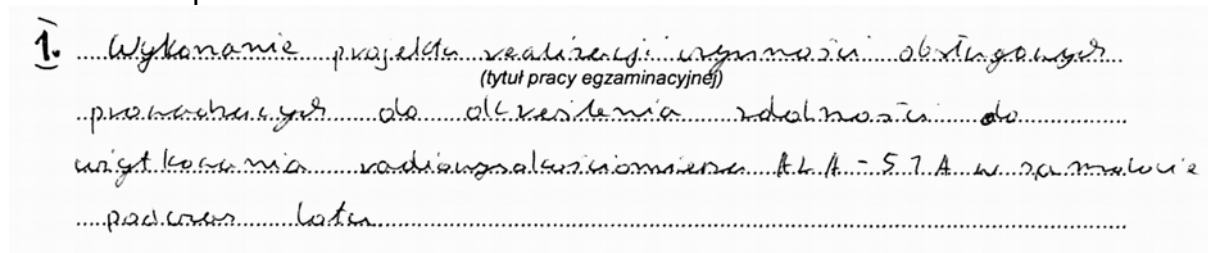
1. Zasilacz stabilizowany wieloparametrowy, o napięciach wyjściowych:
 - a) 115 V AC/400 Hz
 - b) 28 V DC
2. Wielofunkcyjny tester ALT-51.
3. Radiowysokościomierz ALA-51A.
4. Woltomierz cyfrowy lub multimetr cyfrowy z funkcją pomiaru napięcia stałego, z zakresem pomiaru: 0 V do 50 V.
5. Przewód połączeniowy testera ALT-51A z radiowysokościomierzem ALA-51A.
6. Przewód przyłącza elektrycznego zasilania testera ALT-51A.
7. Przewód przyłącza elektrycznego zasilania radiowysokościomierza ALA-51A.
8. Przewód połączeniowy radiowysokościomierza ALA-51A z zewnętrznym woltomierzem cyfrowym.

W pracach egzaminacyjnych ocenie podlegały następujące elementy pracy:

- I. Tytuł pracy egzaminacyjnej.
- II. Założenia do projektu wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji.
- III. Schemat blokowy układu do wykonania testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.
- IV. Opis czynności związanych z wykonaniem testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.
- V. Sporządzenie charakterystyk przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A zgodnie z parametrami znamionowymi w dwóch zakresach wysokości: od 0 ft. do 600 ft., od 600 ft. do 2500 ft. na przygotowanych w Karcie Pracy Egzaminacyjnej siatkach.
- VI. Porównanie wyników testowania radiowysokościomierza ALA-51A z parametrami znamionowymi w dwóch zakresach wysokości.
- VII. Ocena sprawności i przydatności radiowysokościomierza ALA-51A do użytkowania w samolocie podczas lotu.
- VIII. Praca egzaminacyjna jako całość.

Ad. I. Tytuł pracy egzaminacyjnej

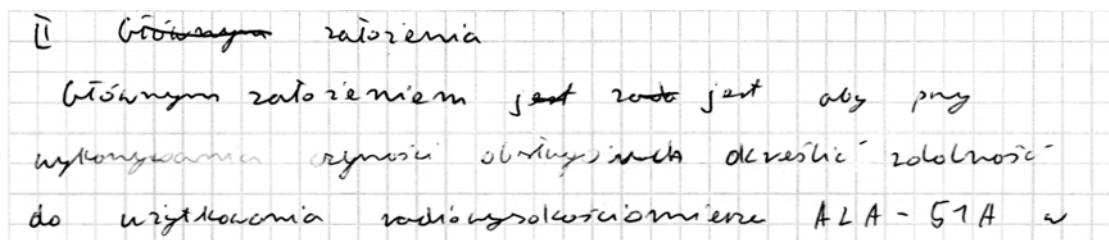
Zdecydowana większość zdających zatytułowała pracę egzaminacyjną adekwatnie do zakresu opracowania.



Zdarzały się pojedyncze prace, które nie zawierały w tytule określenia zdolności do użytkowania radiowysokościomierza.

Ad. II. Założenia do projektu wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji

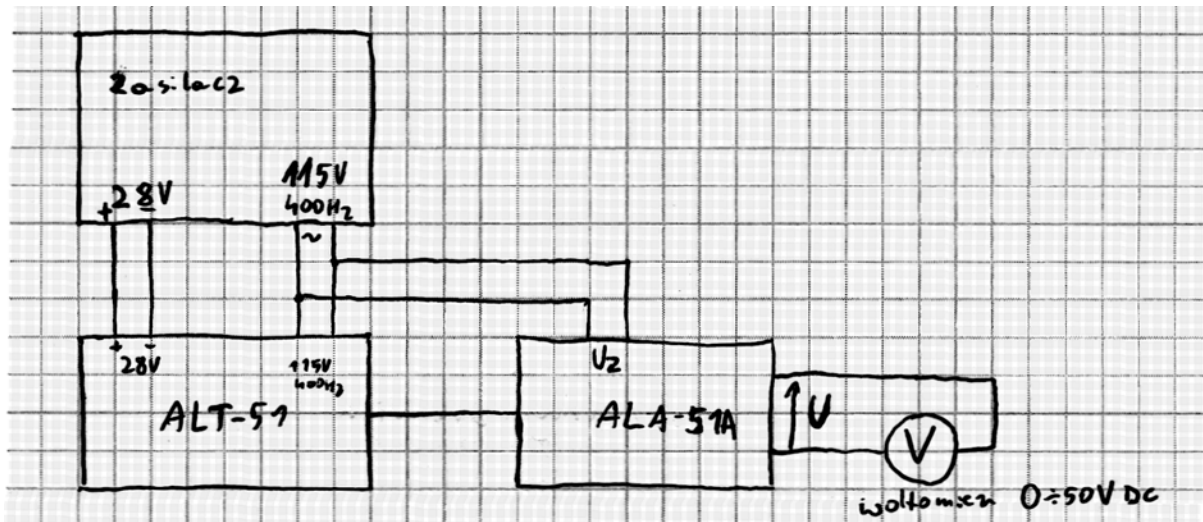
Zapisanie odpowiednich założeń do rozwiązania nie sprawiło większych trudności. W większości prac zdający wypisywali warunki techniczne oprzyrządowania, lub zapisywali założenia wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji.



- Samolotowa podpora lotu wyli:
- przeprowadzenie symulacji obrotów testera ALA-51A
 - określenie zdolności do użytkowania radiowysokościomiaru ALA-51A
 - sprawdzenie poprawności wskazań radiowysokościomierza ALA-51A
- Parametry zasilania zewnętrznego - $U_z = 115 \text{ V/AC}$ $f = 100 \text{ Hz}$ ($380 \text{ Hz} \div 3$)
 $P_z = 95 \text{ VA}$
 - Częstotliwości pracy nadajnika - $F_0 = 4.3 \text{ GHz}$
 - Maksymalna dewiacja częstotliwości nadajnika - $\Delta F_{MAX} = \pm 70 \text{ Hz}$
 - Nominalna moc wysłania nadajnika - $P_{wy} = 300 \text{ mW}$
 - Zakres pomiaru wysokości - $H = -20 \text{ ft} \div 2500 \text{ ft}$
 - Błąd efektu Dopplera - NIE WYSTĘPUJE
 - Dokładności pomiaru wysokości - $0 \div 100 \text{ ft} \pm 1,5 \text{ ft}$
 $100 \div 500 \text{ ft} \pm 2 \text{ ft}$ lub $\pm 2\%$
 $500 \div 2500 \text{ ft} \pm 3\%$
 - Dopuszczalny maksymalny kąt przechylenia samolotu - $\pm 30^\circ$
 - Dopuszczalny maksymalny kąt pochylenia samolotu - $\pm 10^\circ$
 - Warunki środowiskowe eksploatacji - Zakres użytkowania
 - Wysokości - $H = 0 \text{ ft} \div 45000 \text{ ft}$
 - Temperatura $T = -55^\circ \text{C} \div 55^\circ \text{C}$
($+71^\circ \text{C}$ - do 30 min)
 - Wilgotności $h \leq 95\%$

Ad. III. Schemat blokowy układu do wykonania testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A

Sporządzenie schematu blokowego układu nie sprawiło zdającym trudności, jednak w schemacie często pomijali informację o dwunapięciowym przyłączy testera.



Ad. IV. Opis czynności związanych z wykonaniem testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A

Rozwiązanie zadania egzaminacyjnego wskazuje, że w tym elemencie pracy łatwe okazało się skompletowanie i opracowanie schematu blokowego układu pomiarowego, wykonanie pomiarów i ich interpretacja. Większość zdających w tym elemencie pracy pomijała włączenie napięć zasilających.

- IV Opis czynności związanych z wykonaniem testów sprawdzających poprawność wskazań radiowysokościomierza ALA-51A.
1. Najpierw zapoznanie się z dokumentacją techniczną radiostacji i instrukcją obsługi i karta techniczna.
 2. ~~zorganizowanie~~ Przygotowanie stanowiska pracy, ustalenie na niej swojej metody wyznaczenia wysokości, urządzenia.
 3. Poprzez odwołanie się do instrukcji zebrać dane, patrzeć czy na radiowysokościomierz nie jest umieszczony mechanicznie, np. (umieszczenie podłogi, by mieć pewne parametry standardu) błąd jakiegoś standardu błąd usterek.
 4. Sprawdzenie czy na stanowisku pracy jest odłączone zasilanie jeśli tak to połączycie według schematu blokowego układu testowego radiowysokościomierza. Sprawdzenie dokładności podłączenia, jeśli jest użyta dobre zestawienie zasilanie zasilające na przetwarzając przepięcia BHP.
 5. Na testera ustawić zakresy wysokości i nastawić przyciski który odpowiadają testowaniu samego radiowysokościomierza. Pomiar zostanie wykonany na 16 różnych wysokościach.
 6. Przy każdej z nich wysokości odczytać napięcie i zapisuje je na kartce papieru.
 7. ~~Porównanie~~ Porównanie wartości wyliczanej z parametrami znamionowymi radiowysokościomierza ALA-51A.
 8. Obliczenie odchyłki napięcia dla każdej z wartości za pomocą wzoru $\Delta U = U_1 - U_2$

12. Obliczam Max. odchyłkę wyników za pomocą wzoru
dla $H = 0 \div 600 \text{ ft}$.
 $\Delta U_{\text{max}} = \Delta U_{\text{max}} (0,02 \text{ ft})$
 $\Delta H_{\text{min}} = \Delta U_{\text{min}} (0,02 \text{ ft})$

dla $H = 600 \text{ ft} \div 2500 \text{ ft}$
 $\Delta U_{\text{max}} = \Delta U_{\text{max}} \cdot (2 \cdot \Delta U_{\text{max}} + 25) \text{ [ft]}$
 $\Delta H_{\text{min}} = \Delta U_{\text{min}} \cdot (2 \cdot \Delta U_{\text{min}} + 25) \text{ [ft]}$

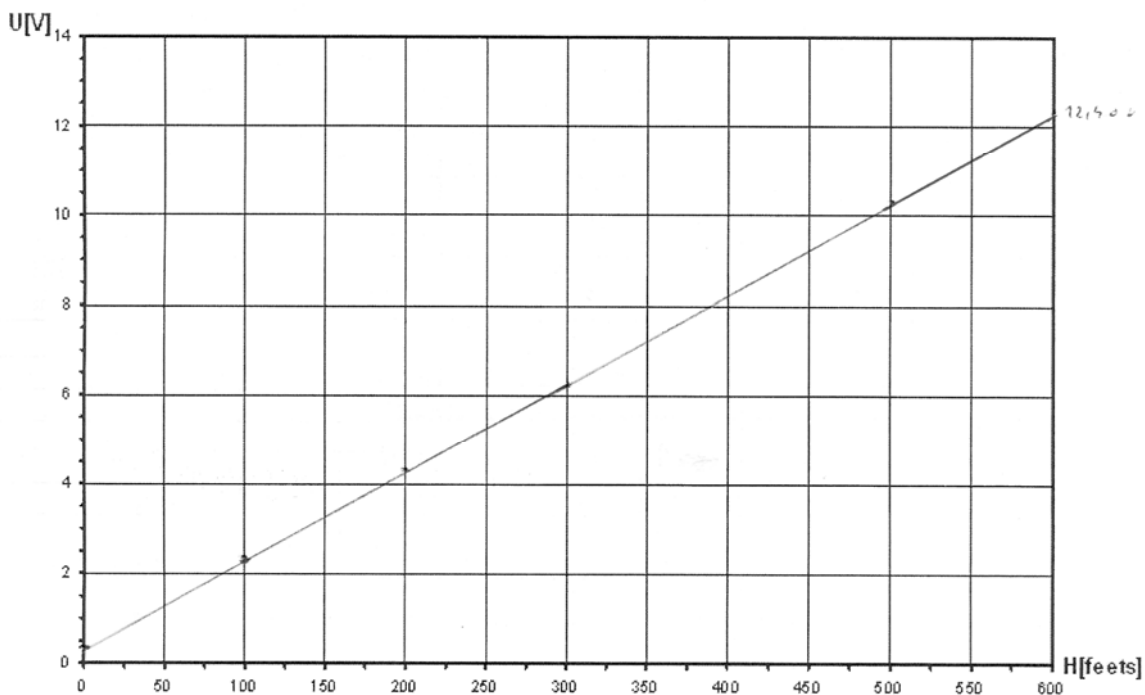
13. Sprawdzam czy wyniki jest zawarty w granicach tolerancji w zakresie $H = 0 \div 600 \text{ ft}$ wyników, dla dolnej, wyniki mierzony są w poziomie, zaś w zakresie $H = 600 \text{ ft} \div 2500 \text{ ft}$ wyniki wyliczenia poza granice tolerancji; urządzenie obsługi nie wskazuje.

Ad. V. Sporządzenie charakterystyk przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A zgodnie z parametrami znamionowymi w dwóch zakresach wysokości

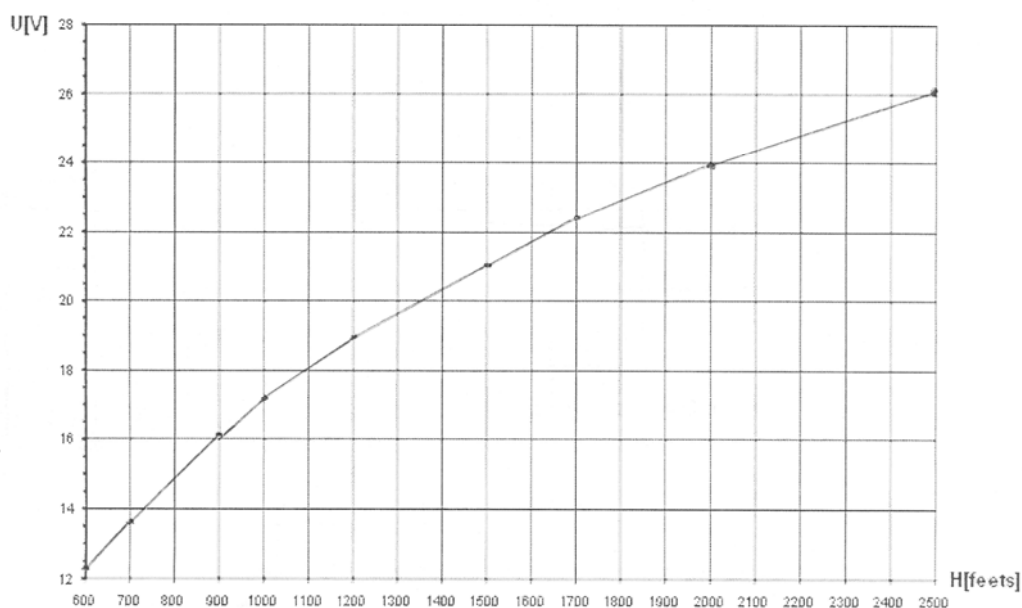
Zdecydowana większość zdających poprawnie wykonała charakterystyki przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A.

Charakterystyki przetwarzania H/U radiowysokościomierza ALA-51A

Wykres 1. Charakterystyka przetwarzania H/U w zakresie wysokości od 0 ft. do 600 ft.



Wykres 2. Charakterystyka przetwarzania H/U w zakresie wysokości od 600 ft. do 2500 ft.



Ad. VI. Porównanie wyników testowania radiowysokościomierza ALA-51A z parametrami znamionowymi w dwóch zakresach wysokości

Tabele do porównania wyników testowania radiowysokościomierza z parametrami znamionowymi

Tabela 1. Porównanie wyników testowania w zakresie wysokości od 0 ft. do 600 ft.

Nastawa wysokości H [feets]	0	100	200	300	400	500	600
Napięcie znamionowe H/U U [V]	0,40	2,40	4,40	6,40	8,40	10,40	12,40
Wynik testu H/U U [V]	0,39	2,35	4,29	6,34	8,56	10,45	12,40
Odchyłka napięcia ΔU [V]	0,01	0,05	0,11	0,06	0,16	0,05	0
Max. odchyłka wysokości ΔH [feets]	1,5	3	6,5	8,5	11	15	18,5
Wynik zawarty w granicach tolerancji TAK/NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK

Tabela 2. Porównanie wyników testowania w zakresie wysokości od 600 ft. do 2500 ft.

Nastawa wysokości H [feets]	600	700	900	1000	1200	1500	1700	2000	2500
Napięcie znamionowe H/U U [V]	12,40	13,65	16,10	17,13	18,95	21,12	22,47	23,86	26,00
Wynik testu H/U U [V]	12,50	13,75	16,19	17,52	19,70	21,95	23,95	24,96	26,85
Odchyłka napięcia ΔU [V]	0	0,15	0,09	0,29	0,75	0,83	0,02	0	0,85
Max. odchyłka wysokości ΔH [feets]	18,5	30,8	42	35,9	55	68	95	86	45
Wynik zawarty w granicach tolerancji TAK/NIE	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE

Opracowanie tego elementu wymagało od zdających wypełnienia tabeli pomiarów i wykonanie obliczeń oceny prawidłowości wskazań radiowysokościomierza oraz zapisanie wniosków wynikających z dokonanej oceny. Obliczeń należało dokonać dla dwóch zakresów wysokości od 0 ft. do 600 ft oraz od 600 ft. do 2500 ft. Obliczenia różnicy napięć nie sprawiało zdającym trudności. Najtrudniejszym elementem wypełnienia tabeli okazało się dla zdających obliczenie maksymalnych i minimalnych odchyłek wysokości ΔH_{MAX} i ΔH_{MIN} .

• Dla $H=0$ $H_{MAX} = \frac{0,01}{0,02} = 0,5$	• Dla $H=700$ $H_{MAX} = 0,5 \cdot (2 \cdot 0,5 + 25) = 13$
• Dla $H=100$ $H_{MAX} = \frac{0,05}{0,02} = 2,5$	• Dla $H=900$ $H_{MAX} = 0,09 (2 \cdot 0,09 + 25) \approx 2,27$
• Dla $H=200$ $H_{MAX} = \frac{0,11}{0,02} = 5,5$	• Dla $H=1000$ $H_{MAX} = 0,29 (2 \cdot 0,29 + 25) \approx 7,42$
• Dla $H=300$ $H_{MAX} = \frac{0,06}{0,02} = 3$	• Dla $H=1200$ $H_{MAX} = 0,75 (2 \cdot 0,75 + 25) = 19,875$
• Dla $H=400$ $H_{MAX} = \frac{0,16}{0,02} = 8$	• Dla $H=1500$ $H_{MAX} = 0,83 (2 \cdot 0,83 + 25) \approx 22,13$

• Dla $H = 500$ $H_{MAX} = \frac{0,05}{0,02} = 2,5$	• Dla $H = 1700$ $H_{MAX} = 0,98 \cdot (2 \cdot 0,98 + 25) = 26,42$
• Dla $H = 600$ $H_{MAX} = 0$	• Dla $H = 2000$ $H_{MAX} = 1 \cdot (2 + 25) = 27$
	• Dla $H = 2500$ $H_{MAX} = 0,95 (2 \cdot 0,95 + 25) \approx 25,56$

Ad. VII. Ocena sprawności i przydatności radiowysokościomierza ALA-51A do użytkowania w samolocie podczas lotu

Opracowanie tego elementu projektu wymagało od zdających odczytania wyników z tabeli i odpowiedniej ich interpretacji. W większości przypadków nie było to trudne.

19. Ocena.

Podczas wykonania obrotów i testowania, radiowysokościomierz ALA-51A jest niesprawny na wybranych zakresach wysokości. Zakres od 0 do 600 ft jest sprawny, nie występują żadne błędy w pomiarach. W zakresie 600 ft - 2500 ft radiowysokościomierz jest niesprawny, będzie pokazywał błędne wartości pomiaru.

Radiowysokościomierz ALA-51A nie należy nie do ponownej zabudowy w samolocie, jest niesprawny. Choć ten zakres najbardziej używany jest sprawny, i przy landowaniu, stancie do 600 ft będzie pokazywał prawidłowo, to urządzenie nie należy nie do ponownego zabudowania w statek powietrzny.

Informacją pomijaną przez zdających w tym elemencie pracy, była ocena przydatności radiowysokościomierza do użytkowania podczas lotu po wykonaniu naprawy i pozytywnym wyniku ponownego testu.

Ad. VIII. Praca egzaminacyjna jako całość

Struktura większości prac egzaminacyjnych nie odbiegała od zaproponowanego układu w treści zadania. Terminologia stosowana przez zdających w większości prac egzaminacyjnych była właściwa dla zawodu.