

Przykłady wybranych fragmentów prac egzaminacyjnych z komentarzami Technik elektronik 311[07]

Zadanie egzaminacyjne

Opracuj projekt realizacji prac związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030 w typowym układzie aplikacyjnym opisanym w załączniku 1, zgodnie z jego danymi technicznymi zawartymi w załączniku 2.

Na podstawie wyników pomiarów przeprowadzonych zgodnie z instrukcją serwisową określ charakterystyczne parametry wzmacniacza mocy (Załącznik 3). Porównaj je z danymi technicznymi, sformułuj wnioski dotyczące uzyskanych parametrów i ich wpływu na eksploatację wzmacniacza.

Projekt realizacji prac powinien zawierać:

1. Tytuł pracy egzaminacyjnej.
2. Założenia - dane wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji.
3. Wykaz działań związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030.
4. Schematy układów pomiarowych do sprawdzenia parametrów akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030.
5. Opis sposobu pomiarów charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030.
6. Wskazania eksploatacyjne dla użytkowników akustycznego wzmacniacza mocy.

Dokumentacja z wykonania prac powinna zawierać:

1. Zestawienie wyników obliczeń uzyskanych na podstawie wyników pomiarów.
2. Interpretację graficzną wyników pomiarów w postaci charakterystyk dynamicznych: $P_{WY}, h, \eta = f(U_{WE})$ i częstotliwościowych: $P_{WY}, h = f(f)$.
3. Analizę wyników pomiarów parametrów wzmacniacza mocy oraz jego charakterystyk w celu porównania z danymi katalogowymi.
4. Wnioski wynikające z interpretacji uzyskanych wyników pomiarów.

Do wykonania zadania wykorzystaj:

Schemat ideowy typowego zastosowania układu scalonego TDA 2030 jako wzmacniacza mocy i jego opis – Załącznik 1.

Katalogowe parametry akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030 – Załącznik 2.

Wyposażenie stanowiska do pomiaru charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy o $P_{WY} < 20 \text{ W}$ – Załącznik 3.

Wyniki pomiarów uzyskane podczas uruchamiania i sprawdzania akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030 – Załącznik 4.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 240 minut.

Schemat ideowy typowego zastosowania układu scalonego TDA 2030 jako wzmacniacza mocy i jego opis

Wzmacniacz akustyczny, którego schemat ideowy przedstawiony jest na rysunku 1, to wzmacniacz mocy małej częstotliwości, którego przeciwsobny stopień końcowy działa w klasie AB. Można go obciążyć głośnikiem o impedancji, co najmniej 4Ω , a do wejścia U_{we} podłączyć każde źródło napięcia analogowego o poziomie napięcia nie wyższym od napięcia zasilania układu scalonego TDA 2030.

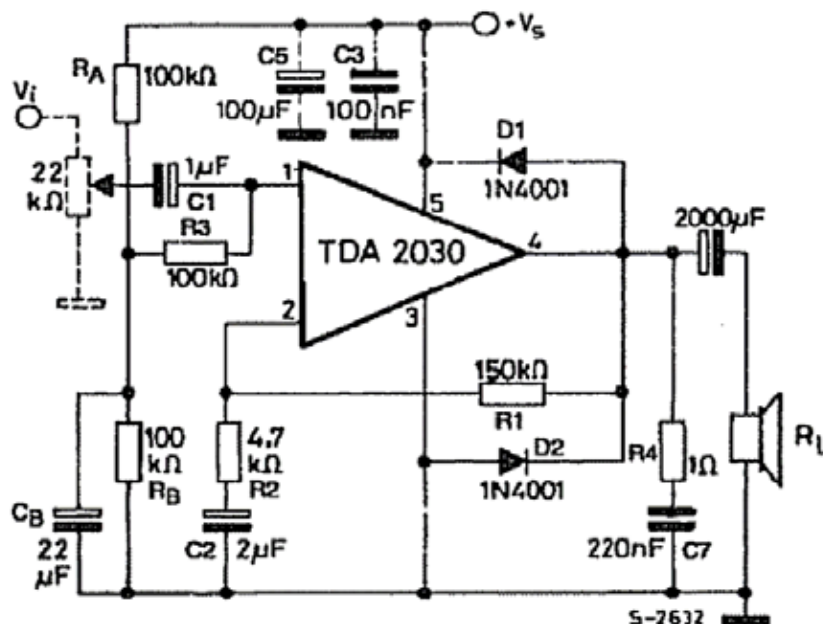
Układ scalony TDA 2030 umocowany jest na typowym radiatorze żeberkowym gwarantującym odprowadzanie ciepła wydzielanego w strukturze układu scalonego, aby przy mocy strat $P_{STR} = 12 \text{ W}$ temperatura obudowy układu scalonego była $T_C < 90^\circ\text{C}$.

Rezystory R_A , R_B , R_3 są dzielnikiem napięcia stałego polaryzującego wstępnie wejście nieodwracające fazę wzmacniacza TDA 2030, kondensator C_B służy do odfiltrowania tętnień tego napięcia. Zadaniem kondensatora C_1 jest oddzielenie składowej stałej sygnału wejściowego, tzn. nie pozwolić na przedostawanie się napięć stałych zarówno do jak i od wejścia wzmacniacza. Wartość pojemności C_1 wpływa jednocześnie na dolną częstotliwość graniczną f_d (określaną przy -3 dB spadku mocy wyjściowej). Zmniejszenie pojemności tego kondensatora powoduje zwiększenie częstotliwości f_d . Kondensator C_2 , ma wpływ na wielkość ujemnego sprzężenia zwrotnego w zakresie niskich częstotliwości powodując zmniejszenie wzmocnienia mocy w tym zakresie pasma (podobnie jak kondensator C_1). Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza jest kształtowane w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego przy pomocy rezystorów R_1 i R_2 .

Dwójnik R_4 C_7 dołączony równolegle do wyjścia wzmacniacza zabezpiecza przed wzbudzeniem się układu wzmacniacza w zakresie górnych częstotliwości przenoszonego pasma, szczególnie w przypadku długich przewodów łączących z głośnikami. Zwiększając wartość rezystancji R_4 lub zmniejszając wartość pojemności C_7 zwiększa się niebezpieczeństwo wzbudzenia (oscylacji) na wyjściu wzmacniacza.

Kondensator C_4 zabezpiecza głośnik przed przepływem przez niego prądu stałego, oraz zapewnia warunki zasilania stopnia mocy podczas ujemnego półokresu napięcia wyjściowego.

Diody D_1 i D_2 zabezpieczają układ TDA2030 przed przepięciami, jakie mogłyby powstać na indukcyjności głośnika. Kondensatory C_3 i C_5 służą do filtrowania napięcia zasilającego.



Rys. 1. Schemat ideowy akustycznego wzmacniacza mocy z układem TDA 2030.

Katalogowe parametry wzmacniacza akustycznego z układem scalonym TDA2030
zasilanego pojedynczym napięciem $U_z = 30\text{ V}$, temperatura otoczenia 25°C

Symbol	Parametr	Warunki pomiaru	Min.	Typ.	Max.	Jednostka
U_z	Napięcie zasilania		12	28+30	36	V
I_{wyMax}	Szczytowy prąd wyjściowy				3,5	A
P_{STRmax}	Maksymalna moc strat	Temperatura obudowy TDA 2030 $T_C = 90^\circ\text{C}$			20	W
P_{wy}	Moc wyjściowa	$h = 0,5\%$, $K_U = 30\text{ dB}$ $f = 40\text{ do }15000\text{ Hz}$ $R_L = 4\ \Omega$	12	14		W
h	Zniekształcenia nieliniowe	$P_{wy} = 0,1\text{ do }12\text{ W}$ $R_L = 4\ \Omega$, $K_U = 30\text{ dB}$ $f = 40\text{ do }15000\text{ Hz}$		0,2	0,5	%
B	Pasma częstotliwości przy spadku mocy (-3 dB)	$K_U = 30\text{ dB}$ $P_{wy} = 12\text{ W}$, $R_L = 4\ \Omega$	10 do 140000			Hz
R_{WE}	Rezystancja wejściowa		0,5	5		$M\Omega$
K_U	Wzmocnienie napięciowe (przy zamkniętej pętli)	$f = 1\text{ kHz}$ $R_1 = 150\text{ k}\Omega$, $R_2 = 4,7\text{ k}\Omega$	29,5	30	30,5	dB
P_z	Moc zasilania	$P_{wy} = 14\text{ W}$, $R_L = 4\ \Omega$		27		W
I_z	Prąd zasilania	$P_{wy} = 14\text{ W}$, $R_L = 4\ \Omega$		900		mA
T_c	Temperatura obudowy układu scalonego	Radiator typowy $L = 60\text{ mm}$ dla $P_{STR} = 12\text{ W}$		90		$^\circ\text{C}$
T_J	Temperatura zadziałania zabezpieczenia termicznego			150		$^\circ\text{C}$
η	Sprawność energetyczna	$P_{wy} = 14\text{ W}$, $R_L = 4\ \Omega$	50		60	%

Wyposażenie stanowiska do pomiaru charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy o $P_{WY} < 20\text{ W}$

Stanowisko pomiarowe zasilane napięciem z sieci energetycznej 230 V z aparaturą kontrolno-pomiarową umożliwiającą wykonanie charakterystycznych pomiarów akustycznych wzmacniaczy średniej mocy.

Proponowany zestaw urządzeń pozwala określić parametry elektryczne decydujące o jakości akustycznego wzmacniacza mocy metodami zalecanymi w instrukcjach serwisowych wydawanych przez producentów sprzętu elektroakustycznego.

- | | |
|--|--------|
| 1. Zasilacz napięcia stałego stabilizowany 30 V/1 A | szt. 1 |
| 2. Generator pomiarowy napięcia sinusoidalnego
f (5 Hz + 200 kHz), U_{WY} (0 + 200 mV), $h < 0,1\%$ | szt. 1 |
| 3. Miernik mocy wyjściowej $R_{WE} = 4\ \Omega$, $f > 200\text{ kHz}$, $P_{WE} > 20\text{ W}$ | szt. 1 |
| 4. Miernik zawartości harmonicznych | szt. 1 |
| 5. Multimetr cyfrowy z funkcją pomiaru U/I | szt. 2 |

Wyniki pomiarów uzyskane podczas uruchamiania i sprawdzania akustycznego wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA 2030

1. Pomiary parametrów dynamicznych wzmacniacza mocy

Pomiary przeprowadza się w układzie pozwalającym zmierzyć moc wyjściową i współczynnik zawartości harmonicznych napięcia wyjściowego oraz obliczyć moc zasilania i moc strat, przy znamionowej rezystancji obciążenia $R_L = 4\ \Omega$

Tabela 1 Warunki pomiaru: $U_Z = 30\text{ V}$, $f = 1\text{ kHz}$, $T_o = 25^\circ\text{C}$

U_{WE} [mV]	0	5	10	20	40	60	80	100	150	200
I_Z [mA]	40	100	200	300	400	500	600	700	800	900
P_{WY} [W]	0	0,5	2	4	6	8	10	12	14	16
h [%]	-	1,5	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	5	10
P_Z [W]										
P_{STR} [W]										
η [%]										

Uwaga: Tabelę 1 - uzupełnioną wynikami obliczeń oraz przykładowe obliczenia dla napięcia wejściowego $U_{WE} = 60\text{ mV}$ przenieś do Karty Pracy Egzaminacyjnej. Podczas wykonywania obliczeń możesz korzystać z kalkulatora.

Oznaczenia stosowane w tabeli 1:

- U_Z – pojedyncze napięcie zasilania
- f – częstotliwość napięcia wejściowego
- T_o – temperatura otoczenia
- U_{WE} – napięcie wejściowe
- I_Z – prąd zasilania
- P_{WY} – moc wyjściowa
- h – współczynnik zawartości harmonicznych lub zniekształceń nieliniowych
- P_Z – moc zasilania
- P_{STR} – moc strat ograniczona temperaturą obudowy układu scalonego
- η – sprawność energetyczna wzmacniacza mocy

Technik elektronik 311[07]

Moc zasilania wzmacniacza mocy działającego w klasie AB lub B zależna jest od jego wystereowania napięciem wejściowym, co zdecydowanie zwiększa sprawność energetyczną wzmacniacza.

Do obliczeń mocy zasilania wykorzystaj wzór:

$$P_Z = U_Z \cdot I_Z$$

Moc traconą głównie w układzie scalonym obliczysz z wzoru:

$$P_{STR} = P_Z - P_{WY}$$

Obliczenie mocy strat P_{STR} pozwala stwierdzić, czy zalecana temperatura obudowy układu scalonego przy określonym typie radiatora nie została przekroczona podczas pomiarów.

Moc zasilania i moc wyjściowa mają istotny wpływ na sprawność energetyczną wzmacniacza mocy, którą obliczysz z wzoru:

$$\eta = (P_{WY} : P_Z) \cdot 100\%$$

Wyniki obliczeń sprawności zapisz z dokładnością 1%.

2. Pomiary parametrów charakterystyki częstotliwościowej

Pomiary przeprowadza się w identycznym układzie jak do pomiaru parametrów dynamicznych, przy znamionowej rezystancji obciążenia $R_L = 4 \Omega$.

Tabela 2 Warunki pomiaru: $U_Z = 30 \text{ V}$, $U_{WE} = 50 \text{ mV}$, $T_o = 25^\circ\text{C}$

f [kHz]	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50	100	150	200
P_{WY} [W]	2,0	3,5	5,1	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	4,0	3,5	2,7
h [%]	2,5	1,8	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,8	1,4	2,0	5,0	12

Częstotliwości graniczne f_d i f_g wyznaczające szerokość pasma przenoszenia wzmacniacza mocy określa się przy spadku mocy wyjściowej o 3 dB względem maksymalnej mocy wyjściowej P_{WYmax} zmierzonej w określonych warunkach pomiaru, wówczas moc wyjściową $P_{WY(-3 \text{ dB})}$ przy częstotliwościach granicznych można obliczyć stosując wzór:

$$K_p = 10 \lg (P_{WY(-3 \text{ dB})} : P_{WYmax}) = -3 \text{ dB} \quad \text{stąd: } P_{WY(-3 \text{ dB})} = 0,5 P_{WYmax}$$

Technik elektronik 311[07]

1. Rozwiązane zadanie podlegało ocenie w zakresie następujących elementów pracy:
 - I. Tytuł pracy egzaminacyjnej
 - II. Założenia – dane wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji
 - III. Wykaz działań związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania akustycznego wzmacniacza mocy
 - IV. Schematy układów pomiarowych do sprawdzenia parametrów akustycznego wzmacniacza mocy
 - V. Opis sposobu pomiarów charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy
 - VI. Opracowanie wyników pomiarów
 - VII. Wnioski wynikające z wyników pomiarów i wskazania eksploatacyjne
 - VIII. Praca egzaminacyjna jako całość.

Ad. I Tytuł pracy egzaminacyjnej

Większość zdających nie miała problemu ze sformułowaniem tytułu pracy. Zdający tworzą temat opracowania na podstawie zapisu polecenia z treści zadania egzaminacyjnego.

*Projekt realizacji prac związanych z
(tytuł pracy egzaminacyjnej)
uruchomieniem i sprawdzeniem działania akustycznego wzmacniacza -
mocy z układem scalonym TDA 2030 w typowym
układzie aplikacyjnym opis w rozdz. 1, zgodnie z jego danymi technicznymi*

Długi tytuł jest tworzony na wyrost, można go skrócić do np. „Uruchomienie i sprawdzenie działania wzmacniacza mocy małej częstotliwości”. Tylko pojedyncze osoby tworzyły niepełny tytuł i najczęściej zapisywały one tylko nazwę urządzenia np.: „Wzmacniacz akustyczny m.cz. na układzie TDA2030”.

Ad. II Założenia – dane wynikające z treści zadania i załączonej dokumentacji

Założenia do projektu powinny składać się z trzech grup danych: listy wybranych charakterystycznych parametrów wzmacniacza, wyposażenia stanowiska w aparaturę kontrolno – pomiarową oraz określenia pomiarów do wykonania (otrzymanych w załączniku).

Najważniejsze parametry wzmacniacza mocy powinny być wybrane z karty katalogowej stanowiącej załącznik zadania. Zdający dla pewności uzyskania kompletu punktów przepisywali wszystkie parametry z załącznika. Lista przepisanych parametrów jest zwykle nadmiarowa o parametry $I_{wy\ max}$, R_{we} , K_u , T_J , które nie są badane w zadaniu.

Najczęstsze formy prezentacji parametrów to lista:

I. Założenia

1. Parametry techniczne układu scalonego TDA 2030.
- napięcie zasilania $U_2 = 36[V]$ typowe $28 \div 30[V]$
 - szczytowy prąd wyjściowy max. $3,5[A]$
 - max. moc strat $20[W]$ przy temp. otoczenia $T_c = 90^\circ C$
 - zwiekstalcenia melodyjne $h < 0,5\%$ typowe $h = 0,2\%$
przy założeniach $P_{wy} = 0,1 \div 12W$, $R_L = 4\Omega$, $K_u = 30dB$, $f = 40 \div 15000Hz$
 - pasmo przenoszenia $10 \div 140000[Hz]$ przy $K_u = 30dB$, $P_{wy} = 12W$
 - rezystancja wejściowa $R_{wej} > 0,5[14\Omega]$ typowe $R_{wej} = 5[14\Omega]$
 - wzmacnienie napięciowe (przy zamkniętej pętli) $K_{uf} = 29,5 \div 30,5[10]$
typowe $K_u = 30[10]$ przy $f = 1kHz$, $R_1 = 150k\Omega$, $R_2 = 4,7k\Omega$.
 - moc zasilania $P_2 = 27[W]$ przy $P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$
 - prąd zasilania $I_2 = 900[mA]$ przy $P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$
 - temperatura otoczenia układu scalonego $T_c = 90^\circ C$
 - temperatura zmiarkowania zabezpieczenia termicznego $T_j = 150^\circ C$
 - sprawność energetyczna $\eta = 50 \div 60\%$ przy $P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$

lub tabela:

I. Założenia

Symbol	Parametr	Warunki pomiaru	Min.	Typ.	Max.	Jednostka
U_2	Napięcie zasilania		12	28:30	36	V
$I_{wy max}$	Szczytowy prąd wy.				3,5	A
$P_{str max}$	Max. moc strat	Temperatura otoczenia TDA 2030 $T_c = 90^\circ C$			20	W
P_{wy}	Moc wyjściowa	$h = 0,5\%$, $K_u = 30dB$ $f = 40$ do $15000 Hz$ $R_L = 4\Omega$	12	14		W
h	Zwiekstalcenia melodyjne	$P_{wy} = 0,1$ do $12W$ $R_L = 4\Omega$, $K_u = 30dB$ $f = 40$ do $15000 Hz$		0,2	0,5	%
B	Pasmo częstotliwości przy spadku mocy $-3dB$	$K_u = 30dB$ $P_{wy} = 12W$ $R_L = 4\Omega$	10:140000	10:140000	10:140000	Hz
R_{we}	Rezystancja wejściowa	$f = 1kHz$	0,5	5		14Ω
K_u	Wzmacnienie napięciowe (przy zamkniętej pętli)	$R_1 = 150k\Omega$ $R_2 = 4,7k\Omega$	29,5	30	30:30,5	dB
P_2	Moc zasilania	$P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$		900:27		W
I_2	Prąd zasilania	$P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$		900		mA
T_c	Temperatura otoczenia układu scalonego	Radłabor, typowy $L = 60 mm$ dla $P_{str} = 12W$		90		$^\circ C$
T_j	Temperatura zmiarkowania zabezpieczenia termicznego			150		$^\circ C$
η	Sprawność energetyczna	$P_{wy} = 14W$, $R_L = 4\Omega$	50	50	60	%

Technik elektronik 311[07]

Ponieważ przepisanie zawartości tabeli jest czynnością prostą, nawet najłabsze prace ten element zawierają. W nielicznych przypadkach lista parametrów była niekompletna – zawierała tylko nazwy parametrów bez podania wartości.

Wykaz aparatury kontrolno – pomiarowej, jeżeli został w pracy zamieszczony, to zwykle zawierał komplet przyrządów z załącznika.

1.2. Wyposażenie stanowiska do pomiaru charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy o $P_{Nv} < 20 W$:	
a) Zasilacz napięcia stałego stabilizowany 30V/1A	szt. 1
b) Generator pomiarowy napięcia sinusoidalnego $f (5 Hz \div 200 kHz)$, $U_{Nv} (0 \div 200 mV)$, $h < 0,1\%$	szt. 1
c) Miernik mocy wyjściowej $R_{Nv} = 4 \Omega$, $f > 200 kHz$, $P_{Nv} > 20 W$	szt. 1
d) Miernik zawartości harmonicznych	szt. 1
e) Multimetr cyfrowy z funkcją pomiaru U/S	szt. 2

Trzecia oceniana grupa była pomijana w ponad połowie prac, a nie wymagała specjalnie długiego zapisu:

1.3. Pomiary niezbędne do sprawdzenia sprawności działania akustycznego wzmacniacza mocy:	
a) pomiary parametrów dynamicznych:	
- moc wyjściowa	
- współczynnik zawartości harmonicznych napięcia wyjściowego	
b) pomiary parametrów charakterystyki częstotliwościowej	

3. Pomiary do przeprowadzenia:	
a) pomiary parametrów dynamicznych wzmacniacza mocy przy znamionowej $R_{obc} = 4 \Omega$ tj.:	
• moc wyjściowa (P_{wy})	• współczynnik zawartości harmonicznych (h)
• moc zasilania (P_z)	• moc strat (P_{str})
b) pomiary parametrów charakterystyki częstotliwościowej przy znamionowej $R_{obc} = 4 \Omega$	

Błędy popełniane w pracach polegały głównie na pomijaniu zaprezentowanych grup, w szczególności listy pomiarów do wykonania.

Ad. III Wykaz działań związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania akustycznego wzmacniacza mocy

Wykaz działań służy do planowania kolejnych czynności wykonywanych w trakcie uruchomienia i badania wzmacniacza mocy. W większości prac ten element wystąpił.

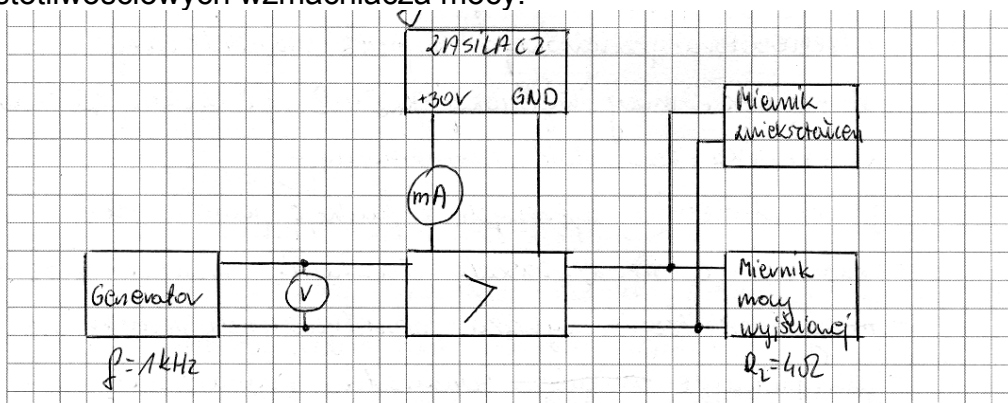
1. Wykaz działań:

- sprawdzenie stanu technicznego stanowiska i urządzeń pod względem przepisów BHP i PPOZ
- zapoznanie się z dokumentacją urządzeń
- sporządzenie wykazu operatory
- ustalenie pomiarów koniecznych do przeprowadzenia
- ustalenie parametrów zasilania urządzeń
- narysowanie schematów układów pomiarowych
- sporządzenie opisu pomiarów
- sporządzenie wykazu działań
- zbudowanie układów pomiarowych i dokonanie pomiarów
- zapisanie wyników pomiarów w odpowiednich tabelkach
- dokonanie obliczeń wartości elektrycznych
- narysowanie wykresów
- porównanie wartości pomiarowych z katalogowymi
- sporządzenie wniosków i wskazań eksploatacyjnych

Prace zawierały poprawne listy czynności. Najczęściej zdający nie planowali określenia mierzonych charakterystycznych parametrów wzmacniacza mocy. Drugim - rzadziej opuszczanym elementem było pomijanie narysowania charakterystyk. Prace słabe zawierały jedynie krótką listę 2-3 czynności. I na tym punkcie te prace zwykle się kończyły.

Ad. IV Schematy układów pomiarowych do sprawdzenia parametrów akustycznego wzmacniacza mocy

W punkcie tym zdający powinien narysować jeden schemat pomiarowy, który można używać do pomiarów parametrów dynamicznych oraz parametrów częstotliwościowych wzmacniacza mocy.



Dla wielu zdających brak wyraźnego obciążenia wzmacniacza (obciążenie wewnątrz miernika mocy) był niezrozumiały i umieszczali na schemacie rezystor reprezentujący obciążenie.

Rysowanie schematów pomiarowych dla zdających stanowi duży problem. W ponad połowie podjętych prób narysowania schematu pomiarowego występują błędy. Na schematach nie występowały wszystkie dostępne przyrządy (najczęściej pomijany był woltomierz na wejściu wzmacniacza). Schematy nie były rysowane zgodnie z rysunkiem elektrycznym. Większość błędów popełnianych polegała na:

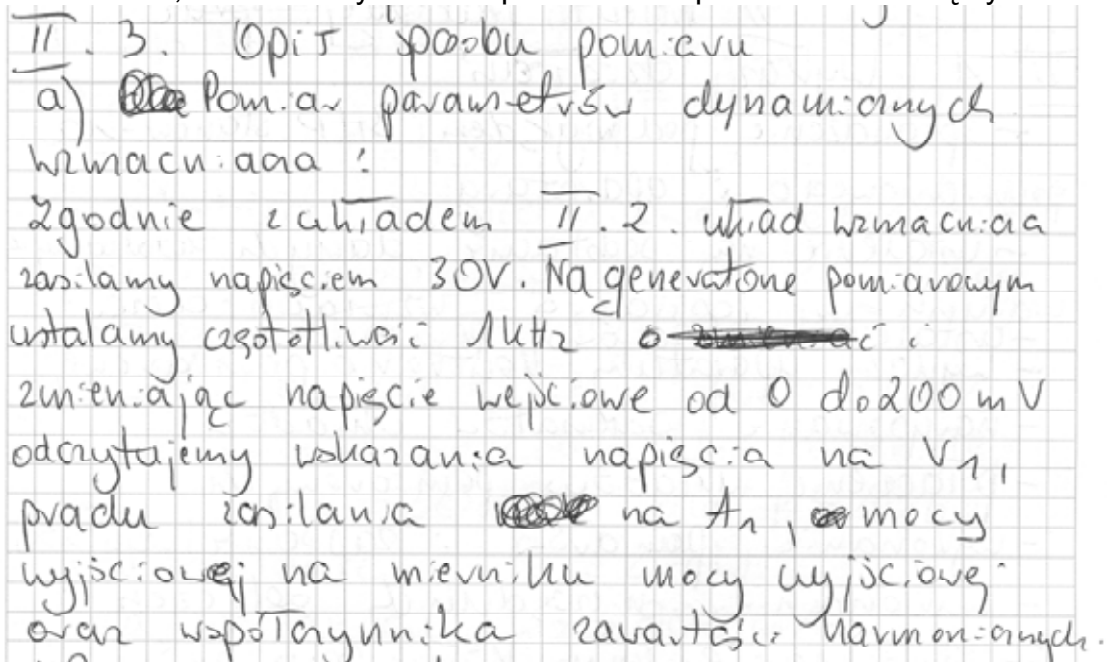
- rysowaniu watomierza czterozaciskowego w miejscu miernika mocy wyjściowej;
- stosowaniu jako obciążenia głośnika;
- zasilacz podłączany był na wejście generatora sygnału;
- miernik zniekształceń harmoniczných łączono szeregowo z miernikiem mocy wyjściowej.

Analizując takie schematy, można stwierdzić, że zdający posiadają małą wiedzę praktyczną dotyczącą pomiarów. Zastosowany do pomiaru mocy wyjściowej przyrząd jest rzadko spotykany w pracowniach szkolnych i może to być przyczyną braku zrozumienia tego pomiaru (rysowanie watomierza czterozaciskowego).

W pojedynczych przypadkach można było spotkać schematy z technicznym pomiarem mocy wyjściowej, częściej ten układ pomiarowy występował w obwodzie zasilania.

Ad. V Opis sposobu pomiarów charakterystycznych parametrów akustycznego wzmacniacza mocy

Opisy sposobu pomiaru powinny zawierać po trzy elementy: wartości parametrów stałych, wartości parametrów zmieniających i wskazanie wartości odczytywanych z przyrządów pomiarowych. W większości przypadków, jeżeli zdający zamieścił opis sposobu pomiarów, to te wymienione elementy można było w pracy znaleźć. Ponieważ dla zmienianego parametru można dokonać odczytu wielu parametrów równocześnie, to można wykonać to polecenie w sposób bardzo zwięzły:



II. 3. Opis sposobu pomiaru
a) Pomiar parametrów dynamicznych wzmacniacza:
Zgodnie z układem II.2. układ wzmacniacza zasilamy napięciem 30V. Na generatorze pomiarowym ustalamy częstotliwość 1kHz. Zmieniając napięcie wejściowe od 0 do 200 mV odczytujemy wskazania napięcia na V_1 , prądu zasilania na A_1 , mocy wyjściowej na mierniku mocy wyjściowej oraz współczynnika zawartości harmonicznych.

Część zdających rozpisywała się opisując pomiar dla każdego parametru z osobna:

5.2. Opis sposobu pomiaru współczynnika zniekształcenia harmonicznych h w punkcie napięcia wyjściowego nieobciążonego U_{wy} , $h = f(f_{osc})$ przy $R_L = 4 \Omega$, $U_i = 30V$, $f = 1kHz$, $t_a = 25^\circ C$ na podstawie schematu pkt. 4.1.

Ustawić napięcie zasilania na zasilaczu napięcia stałego stabilizowanego równo 30V. Ustawić częstotliwość napięcia wejściowego na generatore pomiarowym napięcia sinusoidalnego równo 1kHz. Dla tej wartości podać na ekranie wyznaczone przez nas na ekranie oscyloskopu TDA 2030. Zmieniać napięcie wejściowe na generatore pomiarowym napięcia sinusoidalnego w zakresie od 0 do 200mV (wartość odczytujemy na dotychczasowym woltomierzu) ze każdym razem odczytywać wartości amplitud i liniowych na mierzeniu zniekształceń harmonicznych i zapisywać wyniki w tabeli. Również przy każdej zmianie napięcia wejściowego odczytywać i zapisywać w tabeli wartości prądu zasilacza (odczyt z amperomierza). Sprawdzić czy na generatore pomiarowym napięcia sinusoidalnego jest wartość częstotliwości równo 1kHz.

Często zdający rozpisują się dodając wiele niepotrzebnej informacji. Można sądzić, że zdający mają zbyt małą praktykę w formułowaniu zwięzłego opisu sposobu pomiaru, umieszczając elementy wykazu działań:

3. Opis sposobu pomiaru:

a) pomiar parametrów dynamicznych wzmacniacza mocy przy $R_L = 4 \Omega$

- zbudowanie układu pomiarowego według schematu

- podłączyć urządzenia do zasilania

- przed rozpoczęciem zasilania należy go wyjąć z obrotu przesteru

ponieważ podczas rozpoczęcia powstaje impuls, który mógłby uszkodzić wzmacniacz

- napięty rezistor ustawiamy na 30V i podłączamy go do układu
- ustawiamy wartość parametrów urządzenia czyli generator, mierząc moc wyjściową, mierząc wartości harmonicznych oraz dwa multimetry
- multimetry ustawiamy na odpowiednio podłączamy
- na generatorze ustawiamy częstotliwość $f = 1\text{kHz}$
- zmniejszając na generatorze amplitudę napięcia wyjściowego w zakresie od 0 do 200 mV ^{poprzez} ~~zmniejszanie~~ ^{odczytując} odczytujemy wartości tego napięcia woltomierzem
- jednocześnie odczytujemy ^{na amperomierzem} wartości pobieranego z zasilacza prądu I_z , z miernika mocy wyjściowej odczytujemy moc stygnącą na wyjściu namierzając, z miernika wartości harmonicznych odczytujemy wartości wartości harmonicznych
- wyniki pomiaru wpisujemy do tabeli
- dokonujemy obliczeń wartości elektrycznych (P_z, P_{str}, η)
- rysujemy wykresy [$P_{wy}, h, \eta = f(U_{we})$]
- sformułowanie wniosków i uwag dotyczących badanego parametru

Jeżeli zdający zamieszczali opis sposobu pomiaru w pracy, to najczęstszymi popełnianymi błędami przez zdających były opuszczenia:

- pomiaru prądu do obliczenia mocy pobieranej;
- odczytu mierzonych wielkości z przyrządów;
- pomiaru wartości zniekształceń nieliniowych;

Ad. VI Opracowanie wyników pomiarów

Na element opracowania wyników pomiarów składają się dwie części. Pierwsza część to uzupełnienie tabeli podanej z załączniku obliczeniami mocy zasilania, mocy strat i sprawności wraz z przykładami obliczeń. Druga część polegała na narysowaniu pięciu charakterystyk, które można było narysować na dwóch wspólnych wykresach (wspólna oś OX). Z częścią pierwszą opracowania wyników poradziła sobie ponad połowa zdających. Tabela była przenoszona do pracy zgodnie z poleceniem i uzupełniana obliczonymi wartościami. Zdający w załączniku miał podane odpowiednie wzory, musiał jedynie podstawić do niego odpowiednie wartości i dokonać obliczeń. Dla wartości $U_{we} = 60\text{ mV}$ należało przytoczyć wykonane obliczenia.

Technik elektronik 311[07]

a) Pomiar parametrów dynamicznych wzmacniacza mocy

U_{we} [mV]	0	5	10	20	40	60	80	100	150	200
I_z [mA]	40	100	200	300	400	500	600	700	800	900
P_{wy} [W]	0	0,5	2	4	6	8	10	12	14	16
h [%]	—	15	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	5	10
P_2 [W]	1,2	3	6	9	12	15	18	21	24	27
P_{STR} [W]	1,2	2,5	4	5	6	7	8	9	10	11
η [%]	—	17	33	44	50	53	56	57	58	59

$$U_2 = 30V$$

$$f = 1kHz$$

$$T_0 = 25^\circ C$$

$$R_L = 4\Omega$$

Ciekawym rozwiązaniem było przepisanie tabel w częściach, tak by ułatwić sobie obliczenia:

	dla napięć $U_{we} = 60mV$									
I_z [mA]	40	100	200	300	400	500	600	700	800	900
P_2 [W]	1,2	3	6	9	12	15	18	21	24	27

Do obliczenia mocy zasilenia wykorzystujemy wzór

$$P_2 = U_2 \cdot I_z$$

więc:

$$P_{2,1} = 30V \cdot 40mA = 1200mW$$

$$P_{2,2} = 30V \cdot 100mA = 3000mW$$

$$P_{2,3} = 30V \cdot 200mA = 6000mW$$

⋮

$$P_{2,10} = 30V \cdot 900mA = 27000mW$$

- podobnie utworzone zostały tabele dla mocy strat i sprawności wzmacniacza.

Najczęstszymi błędami występującymi w obliczeniach są:

- brak wymnożenia przez 100 ilorazu mocy w obliczeniach sprawności,
- brak zamiany wartości przy zamianie jednostek np. z mA na A;
- obliczenie wyniku w mW a zapisanie jednostki W.

Szczególnym błędem w kilku przypadkach było wypełnienie tabeli tylko dla wartości $U_{we} = 60mV$.

Dla przykładów obliczeń część zdających zapisała obliczenia dla wszystkich wartości napięcia wejściowego. Jednak większość zdających przytaczała po jednym przykładzie dla $U_{we} = 60mV$.

6.1. Obliczenia uzyskane na podstawie wyników pomiarów

$$U_{WE} = 60 \text{ [mV]}$$

$$I_2 = 500 \text{ [mA]}$$

$$P_{wy} = 8 \text{ [W]}$$

$$h = 0,3 \text{ [%]}$$

$$U_2 = 30 \text{ [V]}$$

$$f = 1 \text{ [kHz]}$$

$$T_0 = 25 \text{ [°C]}$$

a) moc zasilania

$$P_2 = U_2 \cdot I_2$$

$$P_2 = 30 \text{ [V]} \cdot 500 \text{ [mA]} = 30 \text{ [V]} \cdot 0,5 \text{ [A]} = 15 \text{ [W]}$$

b) moc strat

$$P_{STR} = P_2 - P_{wy}$$

$$P_{STR} = 15 \text{ [W]} - 8 \text{ [W]} = 7 \text{ [W]}$$

c) sprawność energetyczna

$$\eta = (P_{wy} : P_2) \cdot 100\%$$

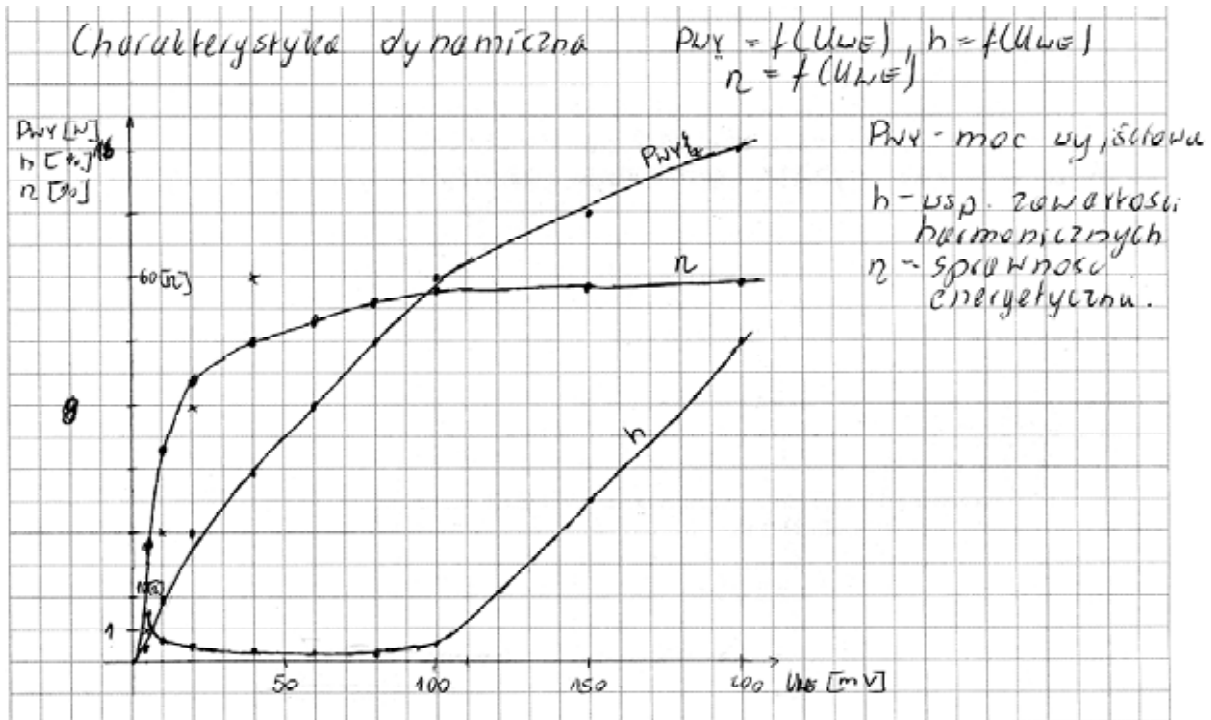
$$\eta = (8 \text{ [W]} : 15 \text{ [W]}) \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{8}{15} \cdot 100\% \approx 53\%$$

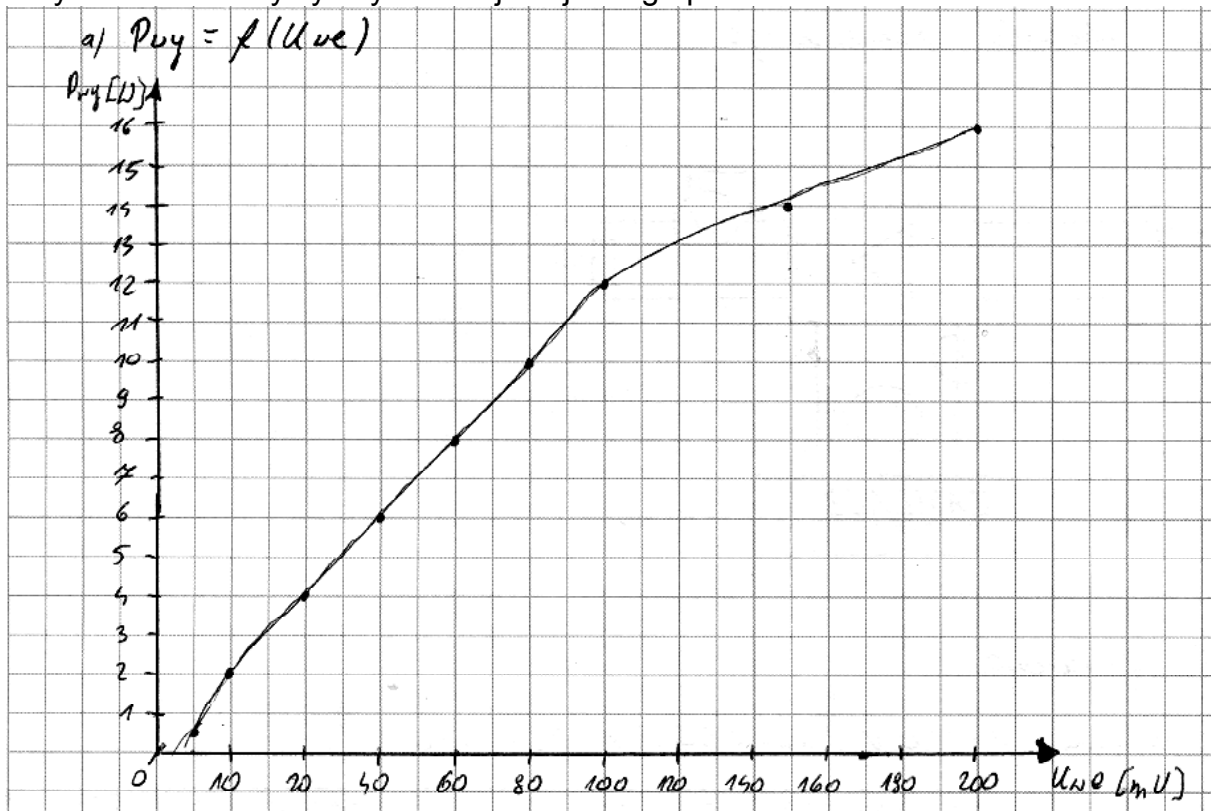
Najczęstsze błędy popełniane podczas podawania przykładu obliczeń to niekompletny zapis - opuszczanie jednostek dla danych podstawianych do wzorów.

Druga część opracowania wyników - narysowanie charakterystyk była dla zdających znacznie trudniejsza, gdyż mniej niż połowa wykonała tę część poprawnie. Do narysowania były trzy charakterystyki parametrów dynamicznych wzmacniacza: moc wyjściowa P_{wy} , zniekształcenia nieliniowe h oraz sprawność η w funkcji napięcia wejściowego U_{we} oraz dwie charakterystyki częstotliwościowe: moc wyjściowa P_{wy} oraz zniekształcenia h w funkcji częstotliwości f . Większość rozwiązań posiadała charakterystyki rysowane pojedynczo, osobno dla każdego parametru.

Poniżej zestaw charakterystyk parametrów dynamicznych:

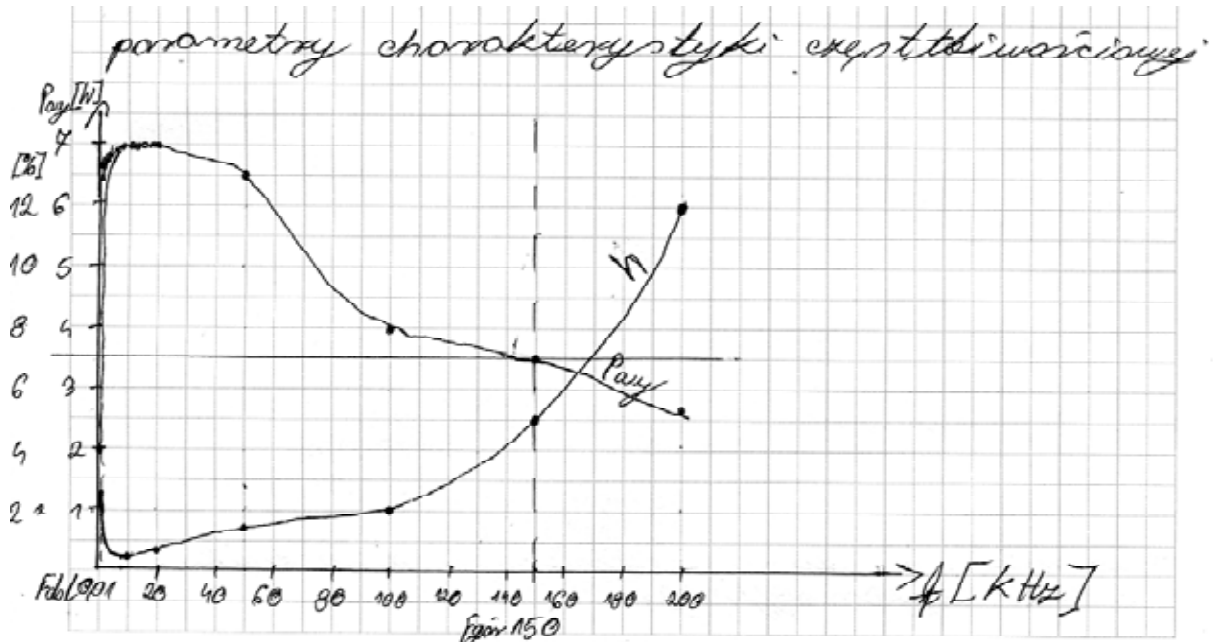


Przykład charakterystyki rysowanej dla jednego parametru:



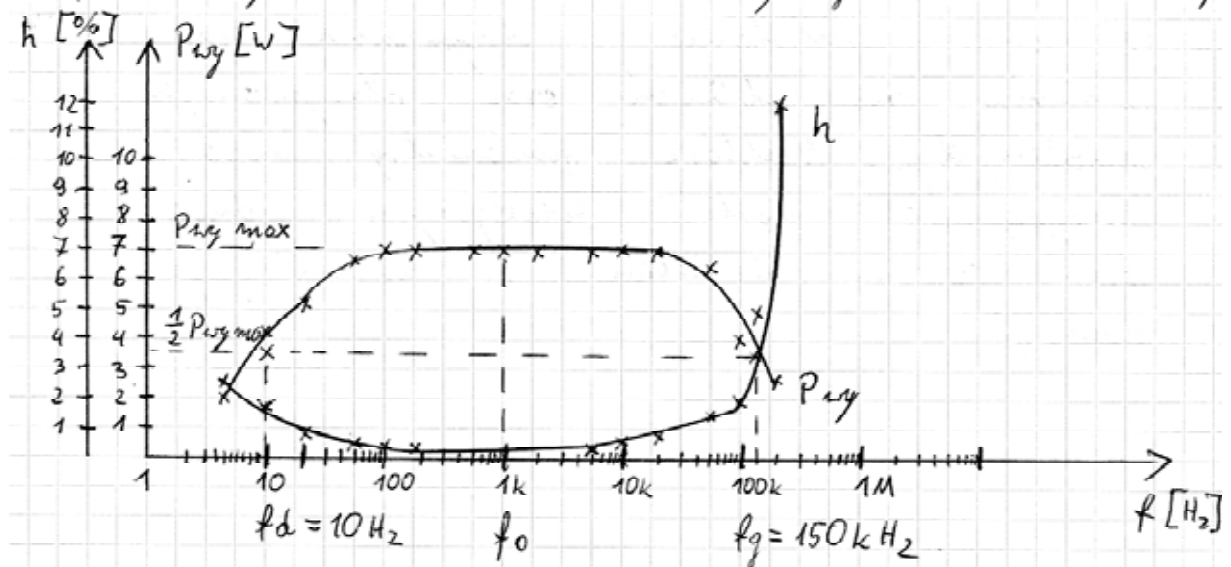
Częstym błędem popełnianym przy rysowaniu tych wykresów to nieliniowa skala na osi OX lub OY.

Drugą, dużą trudność dla zdających sprawiało narysowanie charakterystyk częstotliwościowych. W wielu pracach występowała skala liniowa częstotliwości (brak znajomości skali logarytmicznej) lub te wykresy nie były rysowane.



Zdający rysujący te charakterystyki z zastosowaniem skali logarytmicznej, również stosowali uproszczenia i wartości pośrednie (2,5,...) nie były precyzyjnie rysowane.

b) Pomiar parametrów charakterystyki częstotliwościowej



Rysując wykresy zastosować aproksymację.

Na charakterystyce częstotliwościowej należało zaznaczyć pasmo przenoszenia B. Większość zdających opuszczała wyznaczenie pasma przenoszenia lub przynajmniej określenie częstotliwości f_d i f_g pasma przenoszenia. Poprawne są tu dwa sposoby wyznaczenia pasma: graficznie na charakterystyce częstotliwościowej lub jeszcze prościej odczytanie tych wartości z tabeli.

4. Obliczenie częstotności granicznych

f [kHz]	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50	100	150	200
$P_{NY} [W]$	2,0	3,5	5,1	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	4,0	3,5	2,7
h [%]	7,5	1,8	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,8	1,6	2,0	5,0	12

$$P_{LV \max} = 7 [W]$$

$$P_{HV} (-3dB) = 0,15 P_{NY \max}$$

	f_d	f_{su}	f_g
f [kHz]	0,01	1,0	150
$P_{HV} [W]$	3,5	7,0	3,5

$$P_{HV} (-3dB) = 3,5 [W]$$

W małej części prac zdarzają się jeszcze błędy polegające na zamianie osi OX z OY na wykresach. Zdarzały się również nieliczne przypadki kreślenia zupełnie błędnych charakterystyk np. zależność mocy wyjściowej od współczynnika zniekształceń nieliniowych.

Obliczenia, zamiana jednostek, obliczenia procentowe – to zdecydowanie słabe strony zdających. Rysowanie wykresów - charakterystyk wypada jeszcze słabiej.

Ad. VII Wnioski wynikające z wyników pomiarów i wskazania eksploatacyjne

Ocenianie tego elementu pracy egzaminacyjnej jest podzielone na trzy części. Pierwsza część to porównanie wyników z danymi technicznymi wzmacniacza. Druga - określenie wniosku wynikającego w powyższego porównania, a trzecia zalecenia eksploatacyjne.

Porównanie parametrów to w zdecydowanej większości tabela zawierająca wielkość, dane zmierzone lub obliczone, dane techniczne oraz porównanie.

3. Zestawienie uzyskanych wyników pomiarów i obliczeń z danymi katalogowym.

Symbol	Parametr	Wartości otrzymane	Wartości katalogowe	Ocena
U_0	Napięcie zasilania	30V	28 ÷ 30 [V]	pozytyw.
P_{str}	Maksymalna moc strat	11W	20W	pozytyw.
P_{wy}	Moc wyjściowa	12W	12W, 14W	pozytyw.
h	zwiększenie DcE mierz. wielkości	0,5%	0,5%	pozytyw.
B	Pasmo częstotliwości przy spadku mocy (-3dB)	10 do 150000Hz	10 do 140000Hz	Negatyw.
P_2	Moc zasilania	27W	27W	pozytyw.
I _z	Prąd zasilania	800mA	800mA	pozytyw.
η	Sprawność energetyczna	58% 58%	50 ÷ 60%	pozytyw.

Wartości porównywane najczęściej to moc strat i sprawność wzmacniacza, najrzadziej porównywane jest pasmo przenoszenia.

Większość zdających stosuje formę tabelaryczną porównania. Bardzo nieliczne była stosowana opisowa forma porównania tych parametrów. W niektórych pracach

oprócz tabeli pojawia się krótki opis – wniosek czy dany parametr mieści się w granicach podanych przez producenta w danych katalogowych.

III.4. Porównanie wyników pomiarów oraz obliczeń z danymi katalogowymi

Parametr	Dane techniczne	Wynik pomiarów bądź obliczeń	Zgodności
Napięcie zasilania	30V	30V	✓
Maksymalna moc strat P _{STR} max	20W	11W	✓
Moc wyjściowa P _{wy}	12 ÷ 14W	12W	✓
Zniekształcenia nie liniowe	0,2 ÷ 0,5%	1,5 ÷ 0,5%	X
Passmo wąskopasmowe spadku -3dB	10 do 140000Hz	10 do 150KHz	✓
Moc zasilania	27W	24W	✓
Prąd zasilania	900mA	800mA	✓
Sprawność energetyczna	50 ÷ 60%	58%	✓
Porównania dokonuje się wyłącznie w założonych warunkach pomiarów.			8 z 9

W porównaniach występują błędy wstawienia złych wartości lub odwrócona interpretacja przynależności wyniku do przedziału danych. Prace, w których zostały błędnie obliczone wartości, są bez zastanowienia porównywane z danymi katalogowymi. Zadający nie zastanawia się nawet w tym momencie, że źle ma obliczone wartości (np. sprawność układu poniżej jednego procenta).

Wymagany w drugiej części wniosek końcowy często bywa opuszczany. Zdający najczęściej prawidłowo uznają, że wzmacniacz działa poprawnie, z zastrzeżeniem przekroczenia parametru zniekształceń na krańcu pasma.

III.5. Wnioski z działania układu.

Stwierdom, iż cały układ działa poprawnie i można wnioskować z otrzymanych wyników pomiarów oraz obliczeń oraz otrzymanych charakterystyk. Niektóre parametry nieco odbiegają od wartości katalogowych, jednak różnice te są niewielkie i można je pominąć.

Technik elektronik 311[07]

Część trzecia obszaru to zalecenia eksploatacyjne. Z analizy rozwiązań wynika, że są to najczęściej wprost przepisane dane techniczne – czasem prawie cała tabela z załącznika. Wskazuje to na brak wyczucia zdających na to, na co należałoby zwrócić uwagę użytkownikowi. Ważne wskazówki eksploatacyjne dotyczą zasilania wzmacniacza: napięcie i prąd zasilania, warunki termiczne oraz wartości obciążenia.

4. Ostrożnie eksploatacyjne
- 4.1. Minimalna impedancja obciążenia wynosi hR
- 4.2. Napięcie wejściowe U_{we} nie wynosi więcej niż napięcie zasilania $U_{ze} \leq U_z$
- 4.3. Napięcie zasilania układu wynosi $12 \div 36V$
- 4.4. Maksymalna moc steru wynosi $20W$
- 4.5. Moc wyjściowa wynosi $12-16W$
- 4.6. Maksymalna rezystancja wejściowa w zakresie od $0,5$ do $5k\Omega$
- 4.7. Dopuszczalne napięcie ρ $29,5-30,5dB$
- 4.8. Prąd zasilania $\approx 900mA$

Wskazania eksploatacyjne dla użytkownika akustycznego wzmacniacza mocy.

Wzmacniacz akustyczny na układzie TDA 2030 powinien być zasilany napięciem od 12 do 36 V. Jest to napięcie nominalne AD, co zapewnia dobrą sprawność od 90 do 100% przy obciążeniu doborczy współpracującymi głośnikami, oraz do 12,5 dla prądu wyjściowego 30V i temperaturze otoczenia 25°. Moc wyjściowa wynosi od 10 do 16000 Hz. Układ TDA 2030 posiada superprzewodnik termiczny, który w razie nadmiernej temperatury układu obrotowy ma być wyłączony. Wzmacniacz jest nie może być obciążony, połączenia z impedancją nie większą niż hR , a do napięcia steru podane sygnały nie są większe niż U_{we} i nie większe niż U_{ze} i nie większe niż U_{ze} .

Najczęstsze popełniane błędy to opuszczenia we wskazaniach: wartość prądu i dopuszczalnej rezystancji obciążenia R_L .

Ad. VIII Praca egzaminacyjna jako całość

Większość prac spełniała założone kryteria oceny. Oceniane są tu takie elementy jak czytelność i przejrzystość prac, logiczne uporządkowanie oraz poprawność terminologiczna. Pomimo ręcznego pisma prace nie sprawiały problemów ich odczytaniem. Obszary brudnopisów były zakreślane, poprawki w postaci skreśleń były wyraźne i czytelne dla sprawdzających. Zwykle słabe prace wyróżniały się brakiem logicznego uporządkowania – zdający nie potrafili sensownie przedstawić rozwiązania. Nieliczni zdający nie potrafili się posługiwać poprawną terminologią.