

## Wskazówki dotyczące opracowania sprawozdań, zwłaszcza sprawozdań związanych z podstawami elektroniki

---

---

SPRAWOZDANIE jest efektem wykonania pewnych badań i jako takie zawiera opracowanie wyników tych badań wraz z opisem przyjętego sposobu badań. W szczególności powinno zawierać informacje CO badano (m. in. schematy układów, z wartościami/typami elementów – znamionowymi i/lub rzeczywistymi), CZYM badano (aparatura pomiarowa, zasilająca, itp., najlepiej wraz z podaniem numeru seryjnego, inwentarzowego bądź stanowiskowego), W JAKIM CELU badano (np. wyznaczenie charakterystyk, wyznaczenie parametrów badanego układu) oraz WNIOSKI płynące z tych badań (np. do jakiego zastosowania nadaje się badany układ, co można poprawić, co miało wpływ na uzyskane wyniki, etc.).

W trakcie badań uzyskuje się różne wyniki pomiarów i/lub przebiegi zarejestrowane na oscyloskopie. W sprawozdaniu należy zamieścić zebrane dane pomiarowe oraz przedstawić je w formie wykresów, jeśli jest taka potrzeba, np. wynikająca z programu ćwiczenia.

Bardzo często efektem badań będzie również porównanie parametrów wyznaczonych na podstawie zależności teoretycznych (po założeniu znamionowych wartości elementów) z wartościami wyznaczonymi pomiarowo, na podstawie wyników badań. Znając wartości rzeczywiste wykorzystanych elementów (np. rezystorów) można poprawić obliczenia teoretyczne. Dokonując takiego porównania należy wartości teoretyczne oraz wyznaczone pomiarowo zestawić np. w formie tabeli, co ułatwi osobie sprawdzającej ocenę tychże wyników. Niezbędny jest też komentarz co do zgodności przewidywań teoretycznych z wartościami uzyskanymi pomiarowo. Wnioski te powinny mieć odzwierciedlenie w przedstawianych danych.

Niezbędnym załącznikiem do sprawozdania jest protokół badań oraz analiza przygotowana przed zajęciami. Protokół (podpisany przez prowadzącego) powinien być tak sporządzony, żeby na jego podstawie ktoś inny mógł wykonać sprawozdanie.

W podsumowaniu ćwiczenia wskazane jest podanie potencjalnych zastosowań układów badanych w trakcie zajęć. Ten punkt jest nieobecny w skrypcie z instrukcjami laboratoryjnymi.

DLA CHĘTNYCH: istnieje możliwość podwyższenia oceny za sprawozdanie o 0,5-1 ocenę, po wykonaniu badań symulacyjnych (komputerowych) powtarzających badania zrealizowane w laboratorium, pod warunkiem należytego udokumentowania wykonania tych badań symulacyjnych. Wymaga to wcześniejszego uzgodnienia z prowadzącym zajęcia.

**Uwagi natury formalnej.**

- A. Sprawozdanie należy rozpocząć od przedstawienia danych identyfikacyjnych: kto robił ćwiczenie, a kto sprawozdanie, jaki to przedmiot, jaki termin zajęć, jaki cel badań (temat ćwiczenia). Można to zrobić w formie tabeli na początku sprawozdania, nie jest wymagana strona tytułowa w tym celu.
  - B. Należy opisać (krótko!) cel badań (ćwiczenia) oraz jego przebieg (np. rodzaje badanych układów).
  - C. Zestawienie aparatury pomiarowej i pomocniczej (typu oraz danych identyfikujących konkretny egzemplarz) pozwala na weryfikację uzyskanych danych pomiarowych. Opcja taka może być przydatna w przypadku podejrzenia nieprawidłowego połączenia układu pomiarowego bądź uszkodzenia aparatury. W niektórych przypadkach znaczenie w badaniach ma typ użytej aparatury, np. *w układzie do pomiaru wielkości X wykorzystano miernik Y, ponieważ posiada on najlepiej dopasowany zakres pomiarowy do danych badań / największą dokładność na danym zakresie pomiarowym spośród dostępnych przyrządów.*
  - D. Rysunki, wykresy, schematy, fotografie przebiegów itp. należy podpisywać i numerować (podpis pod obiektem), by w razie potrzeby można się było w jednoznaczny sposób odwołać do nich w tekście. Nie ma potrzeby osobnego numerowania schematów, wykresów czy fotografii (osobnymi etykietami, np. *Rys., Wykres, Fot.*) – wszystko może być numerowane w sposób ciągły (np. z etykietą *Rys.*).
- Podobna uwaga tyczy się tabel np. z wynikami pomiarów, z tym że numerację podaje się z reguły nad tabelą.
- Warto również numerować strony opracowania, jakim jest sprawozdanie.
- E. Co do zasady w opracowaniach drukowanych (np. artykuły naukowe, sprawozdanie, prace dyplomowe, nota aplikacyjna, instrukcja, itp.) do każdego rysunku (tabeli) powinno znaleźć się odwołanie w tekście. Brak odwołania sugeruje, że taki element jest zbędny! Przykładowy opis może wyglądać tak: *W ćwiczeniu przeprowadzono*

badanie źródła prądowego z tranzystorem JFET. Schemat badanego układu przedstawiono na rys. 1, natomiast na rys. 2 przedstawiono badany układ z dołączoną aparaturą pomiarową. Sprawdzono wpływ zmian napięcia zasilania na wartość prądu wyjściowego, dla różnych wartości obciążeń. Wyniki tych badań zamieszczono w tabeli 1. Na ich podstawie utworzono wykres zależności  $I_o=f(E_C)$  dla różnych wartości rezystancji obciążenia  $R_L$  (rys. 3). Z tego wykresu odczytano ....  
I przykładowy podpis: Rys. 3. Zależność  $I_o=f(E_C)$  dla różnych wartości rezystancji obciążenia  $R_L$  układu źródła prądowego (rys. 1, rys. 2), na podstawie danych z tabeli 1.

Dlatego niedopuszczalna jest taka forma sprawozdania, w której zamieszczony JEDYNIĘ schematy, tabele pomiarowe i wykresy (!!!) bez żadnego komentarza (co to, po co to?).

UWAGA: Jeżeli w trakcie ćwiczenia badanych było kilka układów (np. wzmacniacz w układzie wtórnik, wzmacniacz nieodwracający), to informacje o każdym z układów powinny być zebrane razem. Tzn. nie jest najlepszym układem sprawozdania zebranie razem najpierw wszystkich schematów, potem wszystkich tabel z wynikami, potem wszystkich wykresów, gdyż utrudnia to ocenę i formułowanie wniosków.

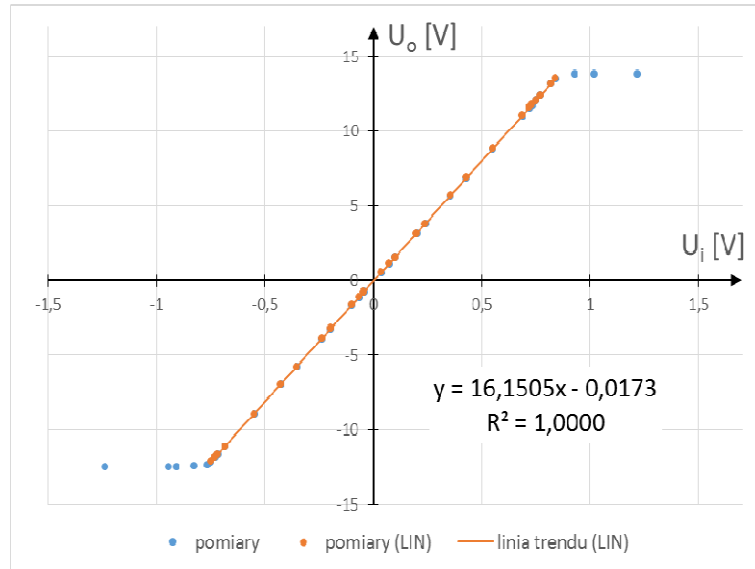
- F. Przedstawiane wykresy powinny zawierać wszystkie potrzebne informacje o znajdujących się na nich danych. W szczególności osie powinny być podpisane (wielkość oraz jednostka, w miejscu, które jednoznacznie określi przynależność opisu do danej osi), a serie pomiarowe posiadać różne oznaczenia punktów pomiarowych (kolor lub lepiej kształt) oraz informacje, co było innego w danej serii. W przykładzie powyżej serie mogą być opisane wartością rezystancji obciążenia, np.  $R_L=0 \Omega$ ,  $R_L=220 \Omega$ ,  $R_L=1,5 \text{ k}\Omega$ . Punkty pomiarowe powinny być zaznaczone. Należy przemyśleć również kwestię łączenia punktów pomiarowych ze sobą, czasami lepiej dodać linię trendu, przydatną do dalszych obliczeń.
- G. Należy wyeliminować błędy ortograficzne, literówki z treści sprawozdania, gdyż świadczy to o braku profesjonalizmu.
- H. Należy zadbać o jednolitość oznaczeń. Dla przykładu rezystor obciążający wyjście na schemacie oznaczony jako  $R_L$  (indeks L) nie może być dalej opisywany jako  $R_l$  (indeks l). Tak samo  $R_G$  oraz  $R_g$  mogą być oznaczeniami dwóch różnych rezystorów

(np. w ćw. 5). Użyte oznaczenia wielkości powinny być wyjaśnione, np.  $k_{u0}$  – *wzmocnienie napięciowe własne czwórnika*.

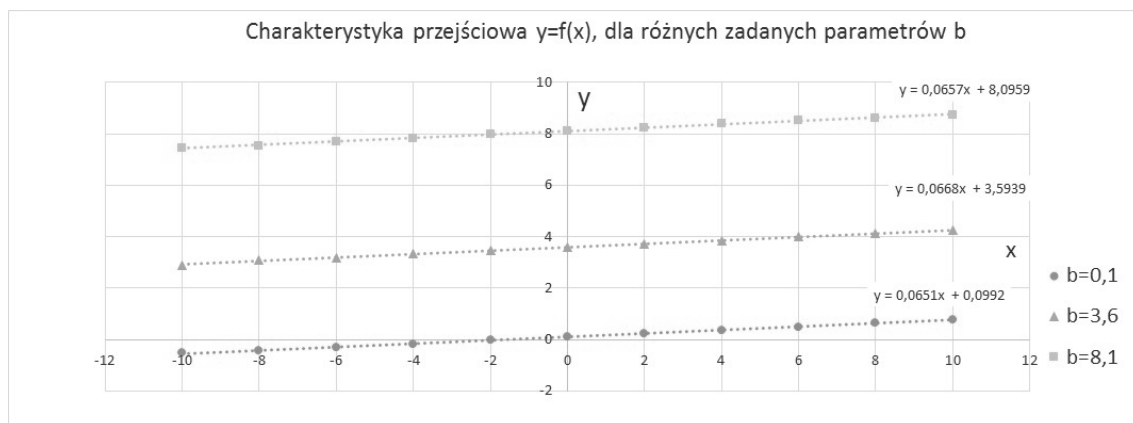
- I. Dla wykonywanych obliczeń należy podać przykład liczbowy, dla każdej zależności. Dobrze jest wskazać, których danych dotyczy przykład (które punkty, która tabela, itp.). Nie wolno zapominać o właściwych jednostkach podczas prowadzenia obliczeń i podawania wyniku. Dla własnej wygody dobrze jest prowadzić obliczenia na wartościach wraz z jednostkami lub też przeprowadzić osobno rachunek jednostek. Pojawienie się jednostki jedynie w końcowym wyniku prowadzi często do niezamierzonych pomyłek. Nie należy niepotrzebnie (zbyt) zaokrąglać wyników.
- J. Co do zasady należy zapisywać wszystkie cyfry wyniku pomiaru, odczytane z aparatury pomiarowej. Wynik obliczeń w pomiarach pośrednich (np.  $R=U/I$ ) ma mieć tyle cyfr znaczących, ile jest odczytanych z aparatury pomiarowej, nie więcej. Jeśli mamy różne liczby cyfr to powinno się przyjąć tę mniejszą. Zasadę tę można zastosować też przy wykorzystaniu linii trendu – gdy np. współczynnik kierunkowy linii trendu jest szukanym wzmocnieniem, to ma on posiadać tyle cyfr znaczących, co wyniki pomiarów bezpośrednich. Należy też zwrócić uwagę, czy zapis danych pomiarowych w arkuszu kalkulacyjnym / edytorze tekstu nie sugeruje zmniejszenia dokładności pomiarów. Tzn. jeżeli odczytano z miernika napięcie 1,500V, to w tabeli pomiarowej nie może się znaleźć zapis 1,5V – utrata dokładności.
- K. Porady natury technicznej: jeżeli przewiduje się wydruk sprawozdania na innym komputerze niż własny, to zalecane jest przygotowanie w tym celu wersji PDF dokumentu. Pozwala to uniknąć większości problemów z formatowaniem dokumentu, przesuwającymi się obrazkami, wykresami, itp. Ponadto, z reguły wystarczający jest wydruk w wersji czarno-białej. Należy jednak upewnić się, czy kolory nie odgrywają ważnej roli w identyfikacji serii pomiarowych. W tym przypadku można poszczególnym seriom przypisać różne symbole.
- L. Kilka dodatkowych uwag. W Polsce część całkowitą od ułamkowej oddziela PRZECINEK, a nie kropka (jak w krajach anglosaskich). Podczas rysowania schematów należy korzystać z symboli powszechnie stosowanych w Polsce (Europie) – uwaga ta dotyczy symboli np. rezystorów, czy źródeł. W razie wątpliwości co do poprawności wyboru symboli można sugerować się schematami zamieszczonymi w instrukcjach do ćwiczeń.

M. Jeżeli sprawozdanie zostaje zwrócone do poprawy, to po uwzględnieniu uwag, uzupełnieniu braków należy oddać do oceny obie wersje – pierwotną oraz poprawioną.

**Przykłady wykresów:**

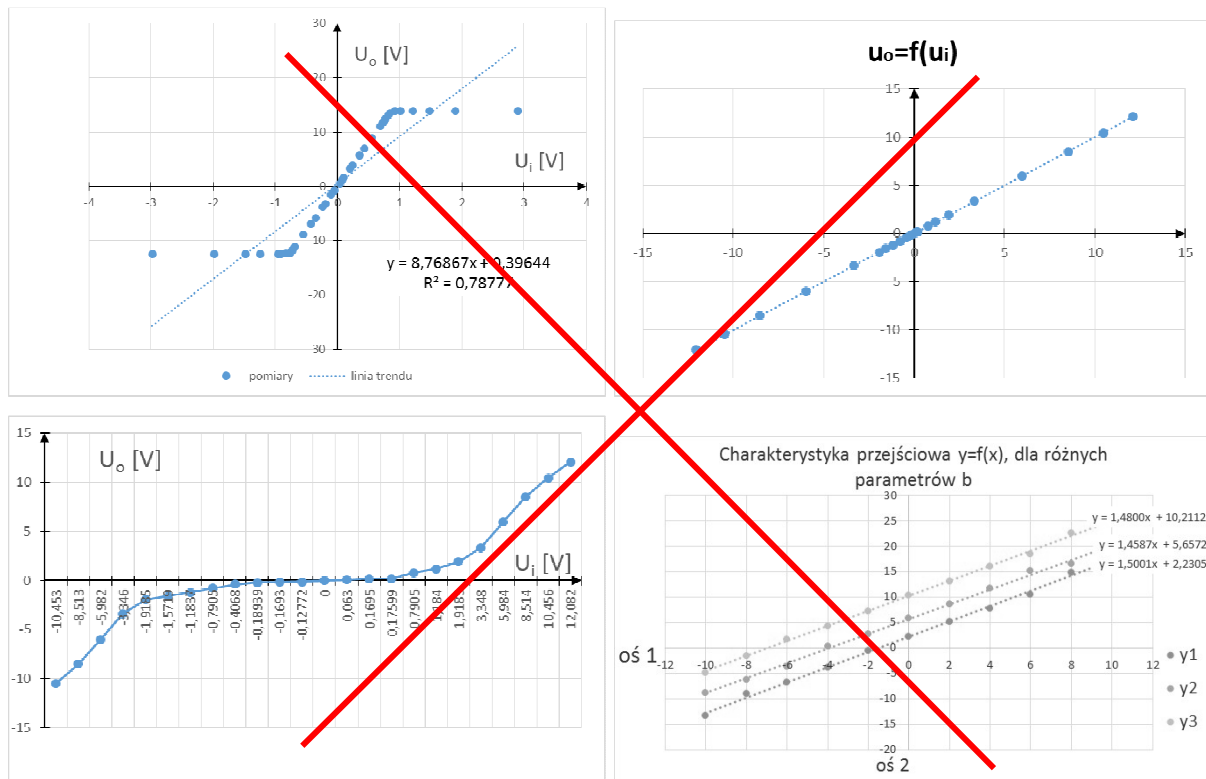


Rys. 1. Przykładowy wykres – charakterystyka przejściowa wzmacniacza nieodwracającego  $U_o=f(U_i)$  (linia trendu nie obejmuje zakresu nasycenia wyjścia wzmacniacza operacyjnego)



Rys. 2. Przykładowy wykres zawierający rodzinę charakterystyk (dla różnych zadanych parametrów b)  
 UWAGA: wykres jest hipotetyczny, w sprawozdaniu opracowywanym po wykonaniu ćwiczenia nie wolno zapomnieć o właściwych jednostkach

Jakie błędy są na poniższych wykresach?



Rys. 3. Przykłady wykresów z wprowadzonymi nieprawidłowościami

Podpowiedzi:

- wzmacnienie jest cechą układu **liniowego**, zatem nie można do określania wzmacnienia wykorzystywać punktów, które leżą poza zakresem liniowej pracy, np. w przypadku układu ze wzmacniaczem w obszarze, w którym sygnał wyjściowy znajduje się w nasyceniu,
- osie na wykresie powinny być opisane, by nie było wątpliwości, która wielkość gdzie się znajduje oraz w jakich jednostkach została przedstawiona,
- w popularnych arkuszach kalkulacyjnych, w których z reguły przygotowywane są wykresy do sprawozdań, należy wybierać typ wykresów punktowych (typ X-Y lub nazwany podobnie), a unikać wykresów typu liniowego,
- jeżeli na wykresie znajduje się kilka charakterystyk, zarejestrowanych dla różnych parametrów (np. różnych wartości napięcia zasilania, rezystancji obciążenia), to należy je tak oznaczyć, by nie było problemów z interpretacją, czyli lepiej różnymi

symbolami, a nie kolorami, które będą nierozróżnialne jeżeli wydruk będzie czarno-biały,

- na ostatnim: oś1=y, oś2=x, czy też może oś1=x, oś2=y ?

### **Przykład tabeli wraz z podpisem**

*Tabela 1. Wyniki badań charakterystyki przejściowej  $y=f(x)$  w układzie z rys. 4.*

znamionowe	zmierzone		komentarz
x	x	y	
[V]	[V]	[V]	
-10	-10,092	-6,708	
-8	-8,033	-4,703	
-6	-6,044	-4,000	
...	...	...	