



*Akademia  
Górnictwo-Hutnicza  
w Krakowie*

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki  
Katedra Elektroniki

# Wzmacniacz mocy

Na podstawie instrukcji „Wtórnik Napięcia”, Katedra Elektroniki, Laboratorium układów Elektronicznych

# Spis Treści

<b>1. CEL ĆWICZENIA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. WSTĘP</b> .....	<b>2</b>
<b>3. OPIS TECHNICZNY WYKORZYSTYWANYCH WKŁADEK (DA051A)</b> .....	<b>2</b>
3.2. WKŁADKA DO BADANIA WTÓRNIKA KOMPLEMENTARNEGO Z TRANZYSTORAMI BIPOLARNYMI DA051A.....	2
<b>4. WYKAZ MODUŁÓW DYDAKTYCZNYCH ORAZ APARATURY POMOCNICZEJ</b> .....	<b>5</b>
<b>6. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA ĆWICZENIA</b> .....	<b>5</b>
6.4. OBSERWACJE I POMIARY WTÓRNIKA KOMPLEMENTARNEGO (WKŁADKA DA051A) .....	5

## Wtórnik Napięcia

(wkładki DWT1, DA051A)

### 1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest doświadczalne poznanie pracy wtórnik jako wzmacniacza mocy sygnału (wzmocnienie prądowe, napięciowe bliskie jedności), transformatora impedancji, a także na jego właściwości dynamiczne, takie jak odpowiedź na pobudzenie sygnałem prostokątnym.

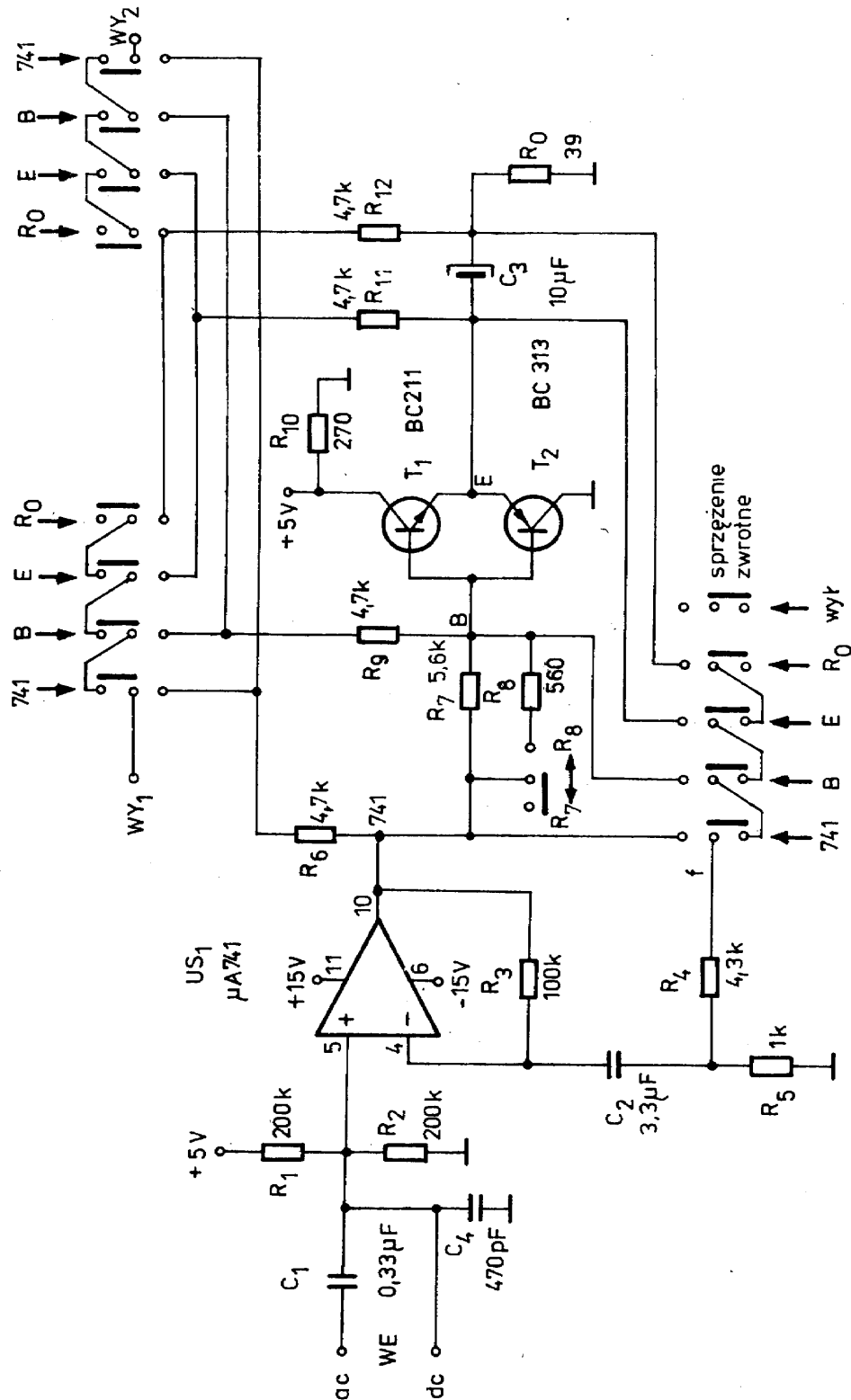
### 2. WSTĘP

Różnego typu realizacje wtórników napięcia należą do jednej z najliczniej występujących grup układów występujących we współczesnej elektronice. Budowane są z użyciem elementów dyskretnych (obwody wejściowe w.cz, końcówki mocy) i scalonych na bazie wzmacniaczy operacyjnych (wzmacniacze pomiarowe). W laboratorium będą badane wyłącznie tranzystorowe wtórnik napięcia wykonane z użyciem tranzystorów bipolarnych.

### 3. OPIS TECHNICZNY WYKORZYSTYWANYCH WKŁADEK (DA051A)

#### 3.2. Wkładka do badania wtórnik komplementarnego z tranzystorami bipolarnymi DA051A

Wkładka DA051A zawiera model przeciwobnego wtórnik emiterowego, zastosowanego jako stopień końcowy układu wzmacniacza mocy. Model został tak zaprojektowany, aby zniekształcenia występujące w praktycznie stosowanych wzmacniaczach mocy małej częstotliwości były łatwo obserwowalne. Stąd np. **tranzystory stopnia mocy pracują w klasie B**, co nie jest zwykle stosowane w układach użytkowych. Wtórnik pełni rolę bufora umieszczonego pomiędzy ostatnim stopniem napięciowym a obciążeniem, czyli odbiornikiem energii. Musi on więc dostarczyć prąd o wartości wymaganej do pełnego wysterowania obciążenia. Dlatego też wnoszone przez niego wzmocnienie prądowe musi być duże. Co najmniej tak duże aby prąd czerpany przez ten stopień ze sterującego nim stopnia nie przekraczał wydaj-



Rys.10. Schemat ideowy modelu wzmacniacza małej częstotliwości (wkładka DA051A)

ności prądowej tego ostatniego. Pod pojęciem wydajności prądowej rozumiemy maksymalną wartość prądu jaka może być pobrana z danego stopnia.

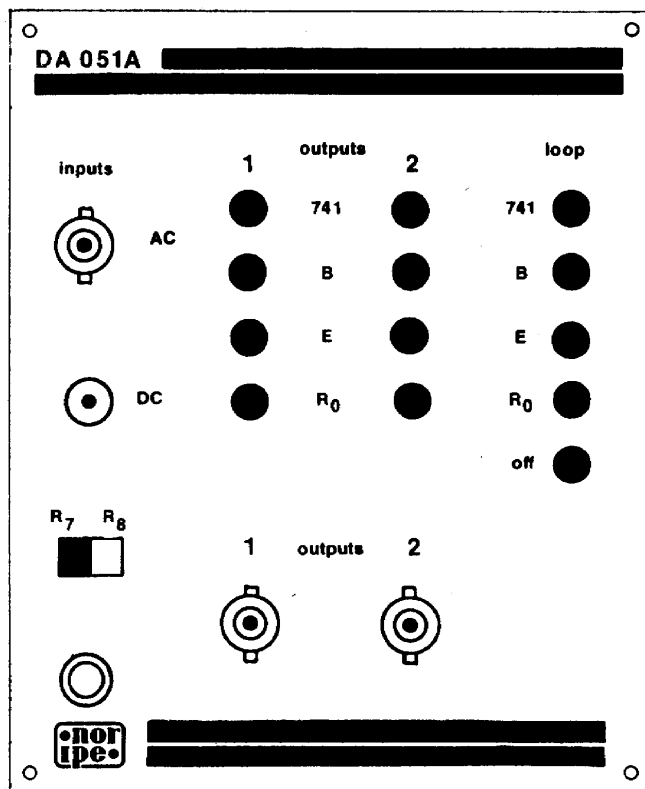
Wzmacniacz operacyjny  $\mu A741$  pełni rolę wzmacniacza sterującego stopień mocy - wtórnik komplementarny  $T_1, T_2$ . Wzmocnienie wzmacniacza wynosi 1 dla składowych stałych ( $R_3$

oraz  $R_1 \parallel R_2$ ), a dla napięć zmiennych małej częstotliwości 100 ( $R_3$  i  $R_5$ ) lub 5 ( $R_4$  i  $R_5$ ), zależnie od połączenia obwodu sprzężenia zwrotnego. Obciążeniem układu badanego jest rezystor  $R_0$ . Rezystory  $R_7$  i  $R_8$  reprezentują rezystancję wyjściową źródła sterującego stopień mocy. Pętla sprzężenia zwrotnego można objąć:

- sam wzmacniacz scalony (741),
- wzmacniacz scalony wraz z rezystorami  $R_7$  i  $R_8$  (sygnał do Ujemnego Sprzężenia Zwrotnego podawane jest z **B**az tranzystorów)
- wzmacniacz, rezystory  $R_7$  i  $R_8$  oraz stopień mocy, (sygnał do USZ podawany z **E**miterów)
- wzmacniacz, rezystory  $R_7$  i  $R_8$ , stopień mocy i kondensator sprzęgający  $C_3$ . (sygnał do USZ z wyjścia – czyli z opornika  $R_0$ )

Rezystory  $R_6$ ,  $R_9$ ,  $R_{11}$  i  $R_{12}$  służą do zmniejszenia wpływu kabli połączeniowych na działanie układu badanego.

Na płycie czołowej wkładki DA051A znajdują się dwa wyjścia ( $wy_1$  i  $wy_2$ ), które można niezależnie łączyć z pewnymi węzłami układu (p.rys.10).



Rys.11. Płyty czołowe wkładek DA051A

wację kształtu prądów baz tranzystorów  $T_1$  i  $T_2$  oraz zmian napięcia na kondensatorze sprzęgającym  $C_3$ . Stałe czasowe obwodów wejściowego i sprzężenia zwrotnego zostały tak dobrane, aby o dolnej częstotliwości granicznej układu - a więc i o zniekształceniach liniowych sygnałów o widmie leżącym w dolnym zakresie pasma przenoszenia badanego modelu - decydowała jedynie wyjściowa stała czasowa  $C_3 R_0$ .

Płytę czołową wkładki DA051A przedstawia rys. 11. Wciśnięcie klawisza przełącznika "loop" (loop = pętla.. ..ujemnego sprzężenia zwrotnego) powoduje przyłączenie dzielnika sprzężenia zwrotnego (rezystory  $R_4$  i  $R_5$ , punkt "f") do węzła układu oznaczonego tak jak klawisz. Przełączniki nad gniazdami wyjściowymi służą do łączenia gniazda pod wciśniętym klawiszem z odpowiednim węzłem układu badanego (zawsze przez rezystor separujący).

## 4. WYKAZ MODUŁÓW DYDAKTYCZNYCH ORAZ APARATURY POMOCNICZEJ

Bazę ćwiczenia stanowią moduły dydaktyczne:

moduł komplementarnego wtórnika mocy : DA051A  
(należy zamontować w dolnej półce zasilacza)

Do wykonania ćwiczenia potrzebne są następujące przyrządy pomocnicze:

generator sygnałów sinusoidalnych SGS1  
generator przebiegów impulsowych SGP1

(należy zamontować w górnej półce zasilacza)

generator funkcyjny KZ1405  
multimetr METEX M-4650  
miernik częstotliwości  
oscylloskop dwukanałowy  
miernik zniekształceń nieliniowych

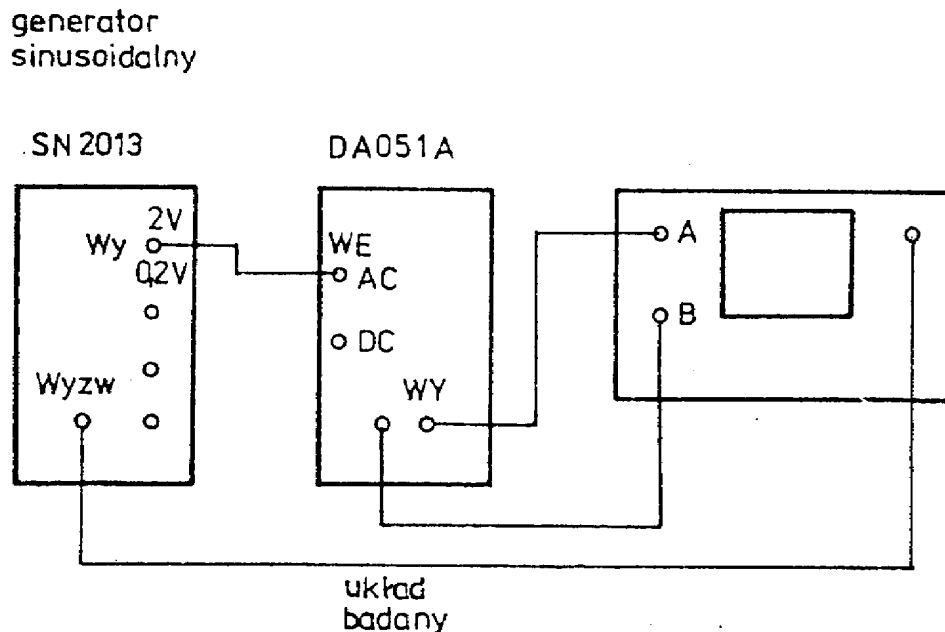
## 6. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA ĆWICZENIA

### 6.4. Obserwacje i pomiary wtórnika komplementarnego (wkładka DA051A)

6.4.1. Obserwacja zniekształceń we wtórniku komplementarnym. Do wysterowania modelu wtórnika komplementarnego na wkładce DA051A należy użyć przestrajanego generatora sinusoidalnego SN2013, którego częstotliwość pracy powinna wynosić około 1 kHz. Wzmacniacz operacyjny praktycznie nie wnosi zniekształceń nieliniowych. Źródłem zniekształceń sygnału jest natomiast wtórnik komplementarny  $T_1$ ,  $T_2$ . Badając każdy rodzaj zniekształceń należy tak wykorzystywać możliwości wkładki DA051A i oscylloskopu, aby jasno ustalić przyczynę obserwowanych zniekształceń. Należy zaobserwować i przerysować zniekształcenia sygnału wyjściowego wynikające z:

- istnienia strefy nieczułości wtórnika komplementarnego (tzw. zniekształcenia skrośne)
- niejednakowych wartości współczynników  $\beta_0$  tranzystorów  $T_1$  i  $T_2$  (dwa rodzaje zniekształceń)
- obciążenia dużych sygnałów

W czasie trwania tych obserwacji pętla sprzężenia zwrotnego powinna obejmować jedynie wzmacniacz operacyjny. Schemat połączeń układu pomiarowego przedstawiono na rys. 12.



Rys.12. Schemat połączeń układu do obserwacji zniekształceń sygnału w modelu wzmacniacza mocy małej częstotliwości

6.4.2. Zanotuj oscylogramy w miejscu podłączenia USZ (kanał A) oraz na obciążeniu  $R_O$  (kanał B) dla każdej pętli USZ. Poniżej oscylogramu opisz co zostało zaobserwowane oraz ewentualnie, które zniekształcenia zostały zredukowane.

6.4.3. Wyznacz maksymalną wartość amplitudy napięcia wyjściowego przy częstotliwości 1kHz i zadanym obciążeniu.

6.4.4. Wyznacz pasmo układu bez obciążenia przy obciążeniu  $R_O$ .

6.4.5. Korzystając z generatora fali prostokątnej wyznacz maksymalną szybkość zmian napięcia wyjściowego dla obu zbroczy sygnału i maksymalnej możliwej amplitudy napięcia wyjściowego. Wynik wyraż w V/uS. Pomiaru należy dokonać w obszarze aktywnej pracy tranzystorów tzn. dla amplitudy nieco mniejszej od maksymalnej (tak aby tranzystory nie wchodziły w stan nasycenia i zatkania).

6.4.6. Sprawdź czy zachowana jest zależność między szybkością zmian napięcia wyjściowego a pasmem przenoszonych częstotliwości.

6.4.7. Dokonaj pomiaru współczynnika zawartości harmoniczných dla wybranych amplitud i częstotliwości sinusoidalnego sygnału wyjściowego (100Hz, 1kHz, 10kHz oraz amplitud  $U_{wy}=1, 10V$  – użyj generatora zewnętrznego KZ1405).

6.4.8. Obserwując przebieg na wyjściu miernika zawartości harmoniczných wyjaśnij czy w badanym układzie występują zniekształcenia sygnału nie mające związku z harmonicznymi sygnału podstawowego z związane z procesem przełączania tranzystorów stopnia przeciwsobnego.