



**AGH**

**Katedra Elektroniki**

**Podstawy Elektroniki  
dla Teleinformatyki**

**Wzmacniacze operacyjne-część  
sprzętowa**

**Ćwiczenie**

**5a**

**2014 r.**

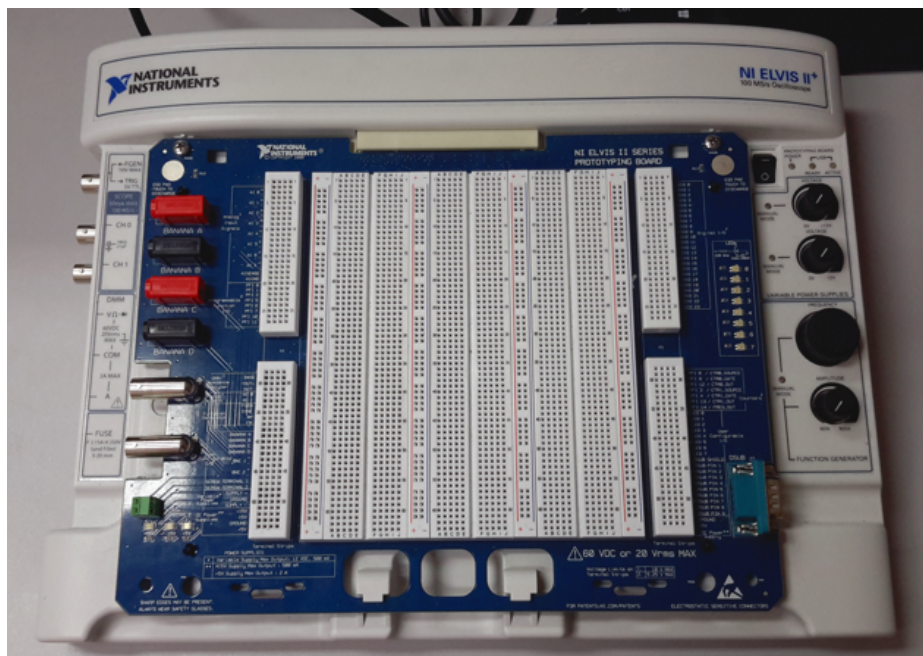
## 1. Wstęp.

Celem ćwiczenia jest zamodelowanie trzech układów aplikacyjnych wzmacniaczy operacyjnych symulowanych wcześniej w środowisku MultiSim (wzmacniacz odwracający, wzmacniacz nieodwracający, detektor progowy z pętlą histerezy) na platformie ELVIS II i pomiar podstawowych parametrów elektrycznych tych układów.

## 2. Opis platformy montażowej ELVIS II

Platforma ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) jest produktem firmy National Instruments służącym do projektowania, modelowania i pomiarów układów elektronicznych w oparciu o środowisko LabView. Platforma ELVIS składa się z zintegrowanej stacji roboczej zawierającej płytę montażową, moduły zasilania oraz wielofunkcyjny moduł akwizycji danych oraz z zestawu wirtualnych przyrządów pomiarowych dostępnych na ekranie komputera w programie LabView (ELVISmx Instrument Launcher). Możliwe jest również dołączenie do stacji roboczej rzeczywistych przyrządów pomiarowych i porównanie ich wskazań ze wskazaniami przyrządów wirtualnych.

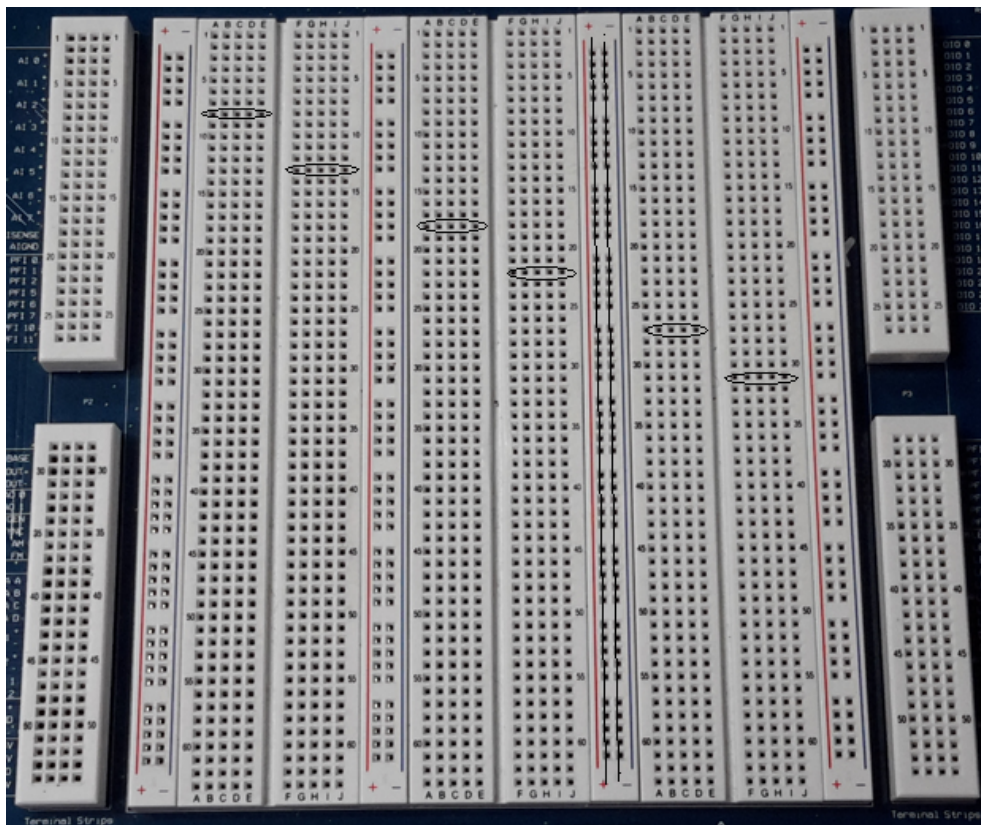
Rys. 1 przedstawia widok ogólny stacji roboczej ELVIS.



Rys. 1. Widok ogólny stacji roboczej ELVIS

Wyłącznik główny stacji roboczej znajduje się na ścianie bocznej w górnym prawym rogu. Na płycie czołowej stacji w górnym prawym rogu znajduje się wyłącznik O/I, który doprowadza zasilanie do płyty montażowej stacji. Zwróć uwagę na to, aby w czasie montowania układu na płycie montażowej, była ona odłączona od głównego zasilania stacji.

Rys. 2 przedstawia konfigurację gniazd na płycie montażowej. Kolumny gniazd pomiędzy liniami czerwoną i niebieską oznaczone + i - połączone są ze sobą w pionie i służą jako szyny doprowadzające zasilanie +15V, -15V lub masę. Rzędy gniazd oznaczone liczbami połączone są ze sobą w poziomie i służą do montowania elementów elektronicznych i połączeń między nimi. Elementy elektroniczne wkłada się bezpośrednio do gniazd montażowych, połączenia wykonuje się za pomocą przewodów elektrycznych zakończonych miniaturowymi wtykami.

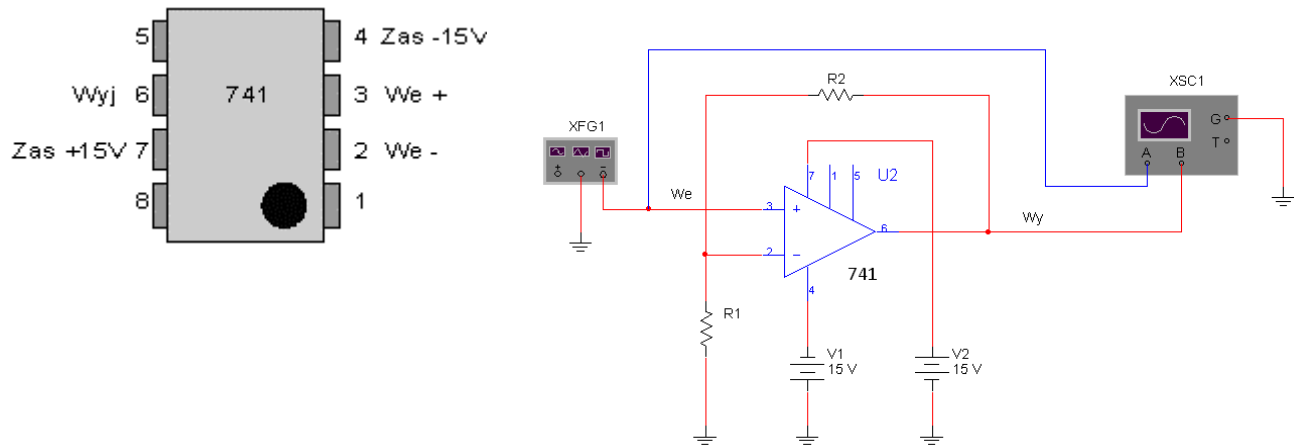


Rys. 2. Konfiguracja gniazd na płycie montażowej.

### 3. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza nieodwracającego

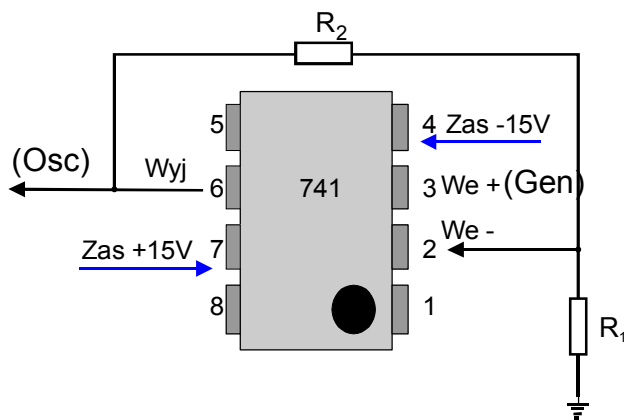
Do montażu układów na platformie ELVIS zastosujemy, ze względu na ogólną dostępność, wzmacniacz operacyjny  $\mu A$  741, którego oznaczenia wyprowadzeń przedstawia rys. 3. Kropka

na obudowie wzmacniacza jest oznaczeniem wyprowadzenia nr 1. Kolejne wyprowadzenia oznaczamy posuwając się wzdłuż obudowy przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.



Rys. 3. Rozkład wyprowadzeń układu scalonego  $\mu A741$  i przypomnienie schematu ideowego wzmacniacza nieodwracającego.



Przed przystąpieniem do montażu przypomnij aplikację wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza nieodwracającego i na jej podstawie uzupełnij aplikację układu scalonego  $\mu A741$  jak na rysunku 3a. Rysunek ten pomoże Ci w montażu aplikacji układu scalonego na płycie montażowej.

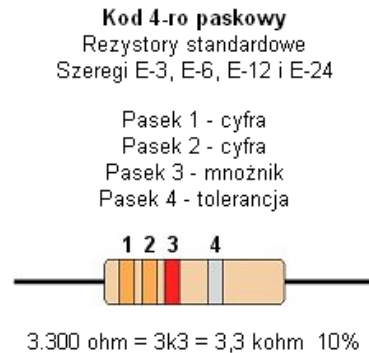


Rys. 3a. Wzmacniacz nieodwracający – proponowana aplikacja na płycie montażowej

Odczytaj za pomocą kodu kreskowego (Tabela 1) albo zmierz za pomocą multimetru wartości rezystancji rezystorów, które zamierzasz zastosować do montażu wzmacniacza nieodwracającego.

Tabela 1. Kod paskowy rezystorów

KOLOR	PASEK	1	2	3	4
	czarny	-	0	×1	
	brązowy	1	1	×10	1%
	czerwony	2	2	×100	2%
	pomarańczowy	3	3	×1K	
	żółty	4	4	×10K	
	zielony	5	5	×100K	0,5%
	niebieski	6	6	×1M	0,25%
	fioletowy	7	7	×10M	0,1%
	szary	8	8	×100M	
	biały	9	9	×1000M	
	srebrny	-	-	×0,01	10%
	złoty	-	-	×0,1	5%



Sprawdź, czy płyta montażowa jest odłączona od zasilania całej platformy.

Umieść na płycie montażowej wzmacniacz operacyjny.

Wybierz dwie szyny pionowe między liniami niebieską i czerwoną jako szyny zasilania +15 V i -15 V oraz jeszcze jedną szynę pionową jako szynę masy.

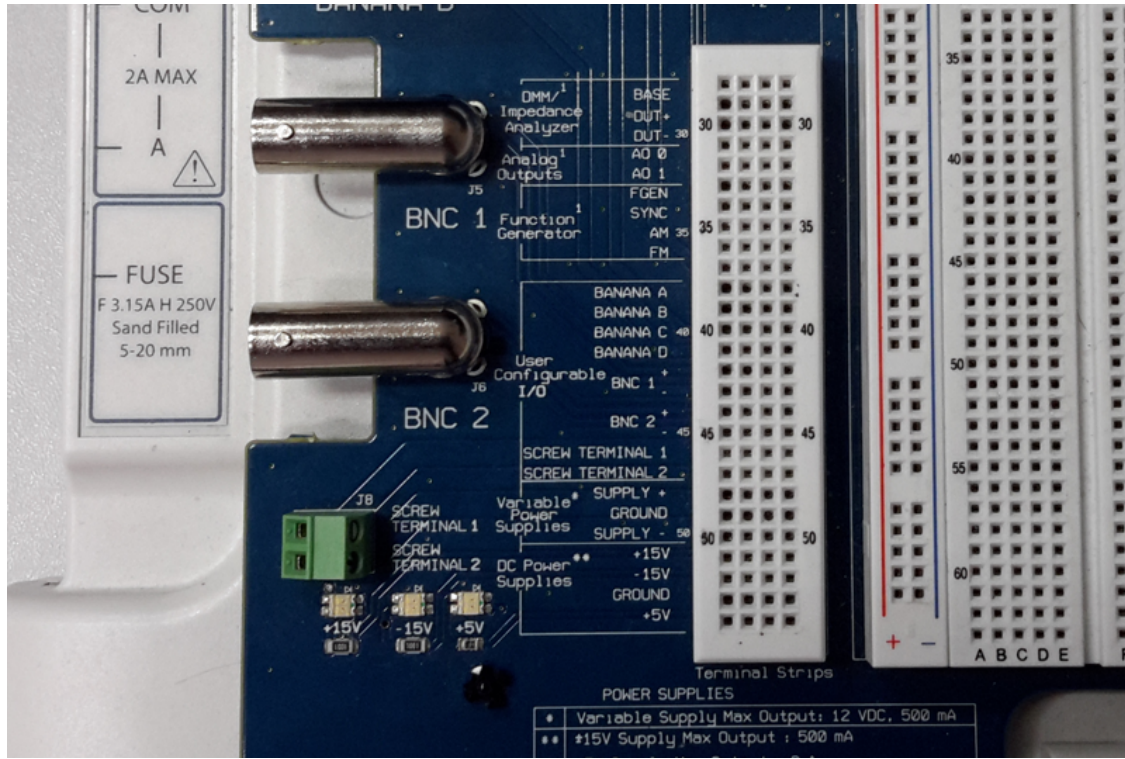
Rys. 4 przedstawia belkę montażową w lewym dolnym rogu płyty. Znajdź na belce gniazda z zasilaniem +15V, -15V oraz masa (ground) i połącz je za pomocą przewodów łączeniowych z wybranymi szynami pionowymi +15V, -15V oraz szyną masy na płycie montażowej. Następnie doprowadź za pomocą kolejnych przewodów łączeniowych zasilanie z szyn +15V i -15V na odpowiednie wejścia układu scalonego.

Umieść rezystory na płycie montażowej zgodnie z konfiguracją wzmacniacza nieodwracającego.

Do wejścia BNC1 płyty montażowej doprowadź za pomocą kabla BNC sygnał z generatora zewnętrznego. Za pomocą przewodu elektrycznego łączeniowego połącz gniazdo BNC1+ z odpowiednim gniazdem na płycie montażowej na wejściu wzmacniacza nieodwracającego. Gniazdo BNC1- połącz z szyną masy.

Wejście BNC2 płyty połącz kablem koncentrycznym z kanałem 2 oscyloskopu zewnętrznego. Kanał 1 oscyloskopu połącz bezpośrednio kablem koncentrycznym z wyjściem generatora zewnętrznego. Za pomocą przewodu łączeniowego połącz gniazdo BNC2+ z odpowiednim

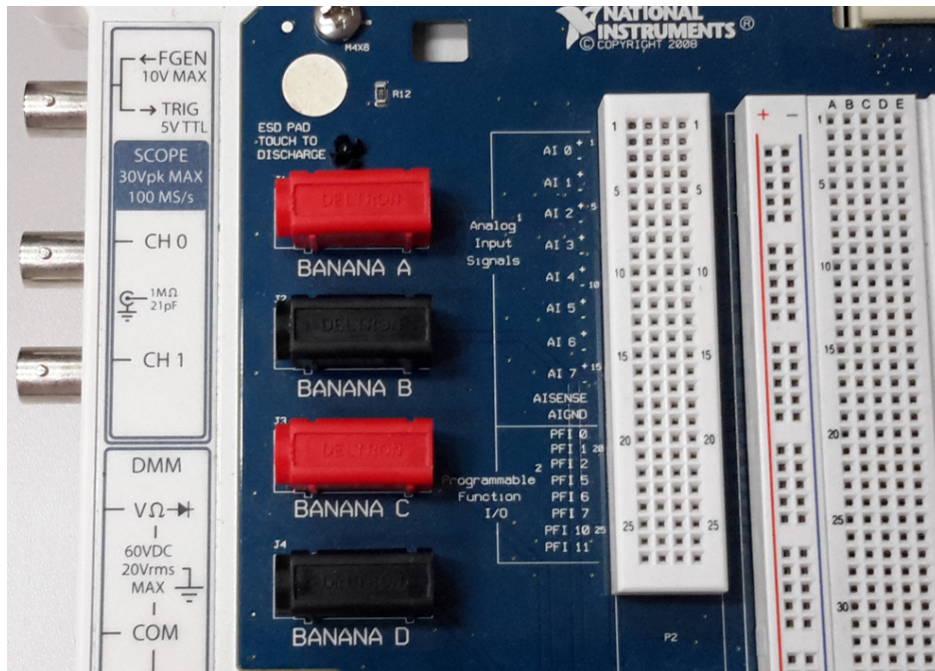
gniazdem na płycie montażowej na wyjściu wzmacniacza nieodwracającego. Gniazdo BNC2- połącz z szyną masy.



Rys. 4. Belka do rozdziału zasilania, sterowania i sygnałów wyjściowych.

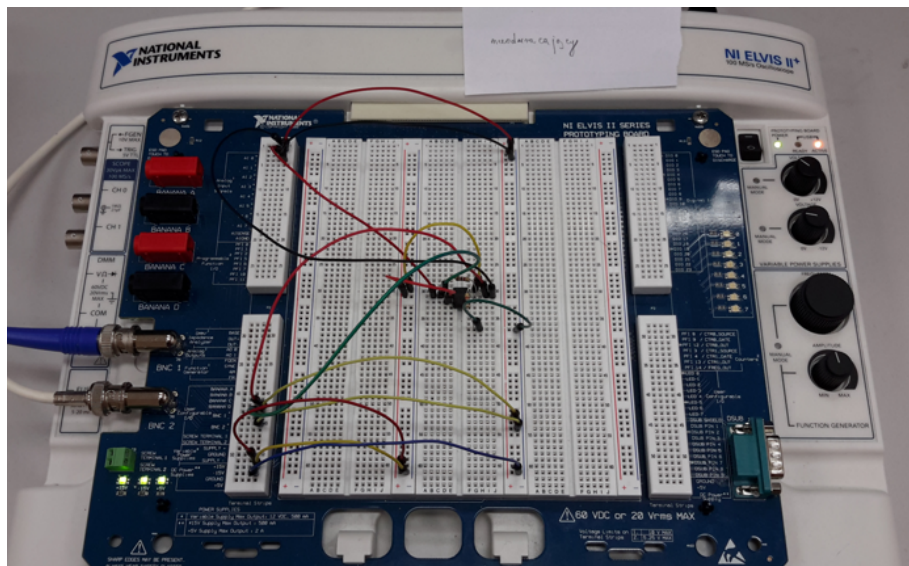
Rys. 5 przedstawia belkę montażowa w lewym górnym rogu płyty, która umożliwia przekazanie sygnału z wyjścia wzmacniacza nieodwracającego na oscyloskop wirtualny widoczny na ekranie komputera po uruchomieniu programu ELVISmx Instrument Launcher . Za pośrednictwem tej belki dołączymy do badanego układu oscyloskop wirtualny do obserwacji przebiegów sygnału wejściowego i wyjściowego wzmacniacza.

W tym celu wykorzystamy dwa wejścia analogowe AI0 i AI1. Wejście AI0+ należy połączyć za pomocą przewodu łączeniowego z wejściem wzmacniacza nieodwracającego (nóżka 3). Wejście AI0- należy połączyć z szyną masy. Wejście AI1+ należy połączyć za pomocą przewodu łączeniowego z wyjściem wzmacniacza nieodwracającego (nóżka 6). Wejście AI1- należy połączyć z szyną masy. Na ekranie komputera należy uruchomić program ELVISmx Instrument Launcher i wywołać na belce przyrządów oscyloskop (Scope).



Rys. 5. Belka do transmisji sygnałów analogowych do przyrządów wirtualnych.

Rys. 6 przedstawia końcowy obraz wszystkich połączeń na desce montażowej.



Rys. 6. Wzmacniacz nieodwracający – układ połączeń

Aby uzyskać obraz na ekranie oscyloskopu wirtualnego wybierz na czołówce oscyloskopu następujące ustawienia:

Channel 0 Settings: Source: *AI0*, Zaznacz-Enabled, Probe *1x*, Coupling *DC*, Powiększenie Volty/działkę-ustaw odpowiednio pokrętelem obrotowym, Przesunięcie w pionie (działki) *0*,

Channel 1 Settings: Source: *All*, Zaznacz-Enabled, Probe *1x*, Coupling *DC*, Powiększenie Volty/działkę-ustaw odpowiednio pokrętkiem obrotowym, Przesunięcie w pionie (działki) *0*,

Podstawa czasu Time/div- ustaw odpowiednio pokrętkiem obrotowym,

Wyzwalanie (Trigger): Typ – *krawędziowe (Edge)*, Źródło wyzwalania (Source) – *Chan 0*, Zbocze (Slope) – *narastające*, Poziom (Level) – *0V*,

Zaznacz także Cursors *On*, Wybierz *C1 – CH0*, *C2 CH1* (po bokach ekranu zostaną uaktywnione kursory, które można przesuwac myszką).

Uruchom oscyloskop przyciskiem *Run*.

Zaobserwuj na ekranach oscyloskopów przebiegi napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza nieodwracającego. Zmierz za pomocą kursorów amplitudy peak-to peak obydwu przebiegów, uzupełnij tabelę 2 i wyznacz wzmacnienie  $k_U$ . Wykonaj zdjęcie przebiegów na oscyloskopie i zamieść je w sprawozdaniu (opisz, który przebieg jest wejściowy a który wyjściowy)

Tabela 2. Wzmacniacz nieodwracający

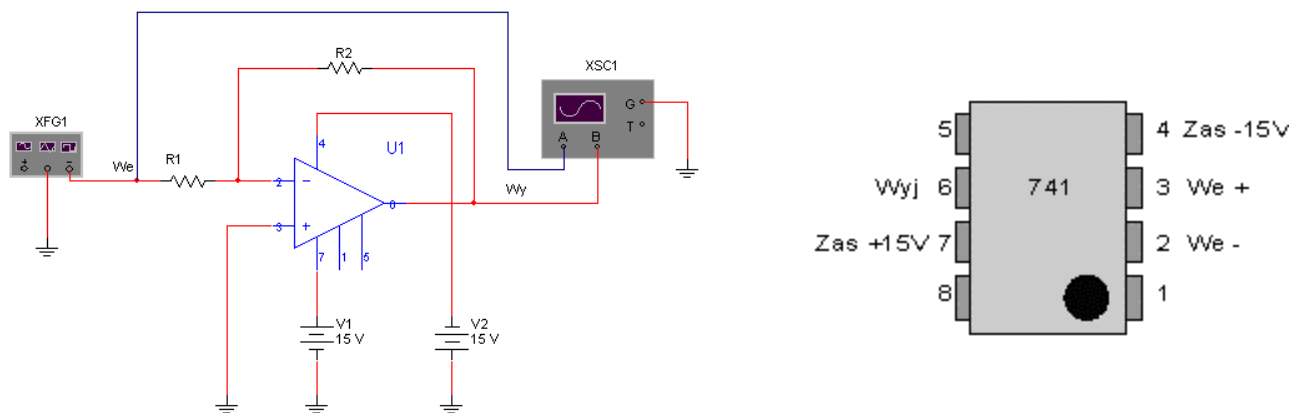
Wzmocnienie napięciowe $k_U$ (wzór)	Wartości rezystora na wejściu układu	Wartości rezystora w pętli sprzężenia zwrotnego	Amplituda sygnału wejściowego peak-to peak	Amplituda sygnału wyjściowego peak-to peak	Wzmocnienie napięciowe $k_U$ wyznaczone eksperymentalnie
$k_U =$	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_2 = \dots\dots\dots$	$\Delta u_{wej} = \dots\dots\dots$	$\Delta u_{wyj} = \dots\dots\dots$	$k_U = \dots\dots\dots$

#### 4. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza odwracającego

Przed przystąpieniem do montażu przypomnij sobie aplikację wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza odwracającego i na jej podstawie uzupełnij na rys. 7 aplikację układu scalonego  $\mu A741$ .

Przed przystąpieniem do montażu sprawdź czy płyta montażowa odłączona jest od zasilania platformy (wyłącznik na czołówce w górnym prawym rogu płyty w pozycji Off – nie świecą się diody obok niego).





Rys. 7. Wzmacniacz odwracający – schemat ideowy i szkic aplikacji na płycie montażowej (do samodzielnego uzupełnienia)

Umieść na płycie montażowej układ scalony i dobuduj wokół niego cały układ aplikacyjny wzmacniacza odwracającego. Dołącz generator zewnętrzny oraz dwa oscyloskopy: rzeczywisty i wirtualny.

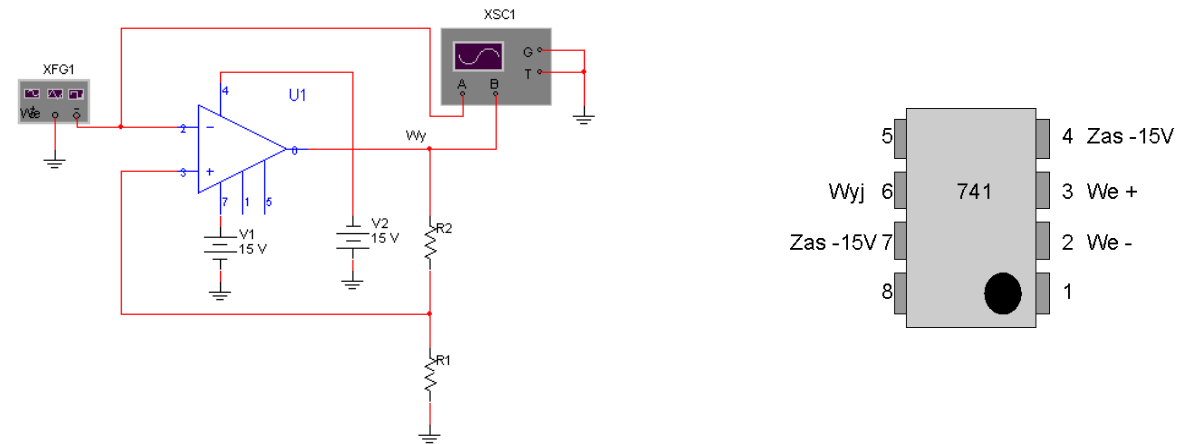
Zaobserwuj na ekranach oscyloskopów przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza odwracającego. Zmierz za pomocą kursorów amplitudy peak-to peak obydwu przebiegów, uzupełnij tabelę 3 i wyznacz wzmocnienie  $k_U$ . Wykonaj zdjęcie przebiegów na oscyloskopie i zamieść je w sprawozdaniu (opisz, który przebieg jest wejściowy a który wyjściowy)

Tabela 3. Wzmacniacz odwracający

Wzmocnienie napięciowe $k_U$ (wzór)	Wartości rezystora na wejściu układu	Wartości rezystora w pętli sprzężenia zwrotnego	Amplituda sygnału wejściowego peak-to peak	Amplituda sygnału wyjściowego peak-to peak	Wzmocnienie napięciowe $k_U$ wyznaczone eksperymentalnie
$k_U =$	$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_2 = \dots\dots\dots$	$\Delta u_{wej} = \dots\dots\dots$	$\Delta u_{wyj} = \dots\dots\dots$	$k_U = \dots\dots\dots$

## 5. Wzmacniacz operacyjny w układzie detektora progowego z histerezą

Przed przystąpieniem do montażu przypomnij sobie aplikację wzmacniacza operacyjnego w układzie detektora progowego z histerezą i na jej podstawie uzupełnij na rys. 8 aplikację układu scalonego  $\mu A741$ .



Rys. 8. Detektor progowy z histerezą – schemat ideowy i szkic aplikacji na płycie montażowej (do samodzielnego uzupełnienia)

Umieść na płycie montażowej układ scalony i dobuduj wokół niego cały układ aplikacyjny detektora progowego z histerezą. Dołącz generator zewnętrzny oraz dwa oscyloskopy: rzeczywisty i wirtualny.

Zaobserwuj na ekranie oscyloskopu rzeczywistego przebiegi czasowe napięcia wejściowego i wyjściowego detektora progowego z histerezą a następnie w modzie pracy B/A jego charakterystykę przejściową. Na oscyloskopie wirtualnym możliwa jest jedynie obserwacja przebiegów czasowych, nie można obserwować charakterystyki przejściowej detektora. Zmierz za pomocą kursorów napięcia, przy których występuje przełączenie sygnału wyjściowego  $U_{P1}$  i  $U_{P2}$ , wyznacz szerokość pętli histerezy i uzupełnij tabelę 4. Wykonaj zdjęcie przebiegów na oscyloskopie i zamieść je w sprawozdaniu.

Tabela 4. Detektor progowy z histerezą

Wartości rezystora $R_1$ w dzielniku napięciowym na wyjściu układu	Wartości rezystora $R_2$ w dzielniku napięciowym na wyjściu układu	Napięcie przełączania $U_{P1}$	Napięcie przełączania $U_{P2}$	Szerokość pętli histerezy $\Delta U_P$
$R_1 = \dots\dots\dots$	$R_2 = \dots\dots\dots$	$U_{P1} = \dots\dots\dots$	$U_{P2} = \dots\dots\dots$	$\Delta U_P = \dots\dots\dots$

## **11. Opracowanie wyników**

Sprawozdanie powinno zawierać schematy ideowe, tabele wyników, zrzuty z ekranów przebiegów kluczowych dla zagadnień poruszanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych (zgodnie z poleceniami) oraz interpretację otrzymanych wyników symulacji oraz wnioski.

Opracowanie:

B. Dziurdzia, M.Sapor , Zb. Magoński, 4.01.2015

Updated : .....