

# Zdalna pracownia elektroniczna

## Ćwiczenie 1: Analogowe układy scalone

2020/2021

Opracował Piotr Fita, 2020

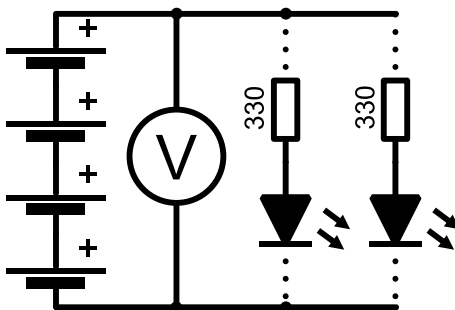
### 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem podstawowych analogowych układów scalonych: liniowego stabilizatora napięcia, komparatora i wzmacniacza operacyjnego.

### 2 Wykonanie ćwiczenia

#### 2.1 Liniowy stabilizator napięcia

1. Wykonaj układ wykorzystujący stabilizator LM7805, zasilany z baterii 9 V zgodnie ze schematem przedstawionym w kursie I, część 8:  
<https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-stabilizatory-napiecia-id4353>  
Zbadaj zmiany napięcia na jego wyjściu przy obciążeniu go jedną i dwoma diodami świecącymi, zgodnie z opisem w kursie.
2. Zastąp cały układ zasilający (bateria 9V i stabilizator napięcia) koszyczkiem z bateriami 1.5 V wg schematu z rys. 1 i podobnie jak w poprzednim przypadku zmierz napięcie na nieobciążonym zestawie ogniw oraz po obciążeniu go jedną i dwiema diodami świecącymi. Czy w tym przypadku obserwujesz większe zmiany napięcia spowodowane obciążeniem źródła niż gdy diody są zasilane przez stabilizator? Przedyskutuj swoje obserwacje.



Rys. 1: Układ bez stabilizatora napięcia

**Uwaga:** prądy obciążenia w tym ćwiczeniu są niewielkie, dlatego nie powodują dużych zmian napięcia. Pomiary trzeba prowadzić starannie, zwracając uwagę na małe zmiany mierzonych napięć.

#### 2.2 Komparator – badanie własności

1. Zbuduj pierwszy układ przedstawiony w kursie II, część 2 („Komparator w praktyce - pierwszy układ”):  
<https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-ii-komparatory-napiecia-id9357>  
Zbadaj działanie układu, kręcąc pokrętką potencjometru i mierząc napięcie na wejściach komparatora w momencie, gdy następuje przełączenie stanu diody świecącej, zgodnie z opisem w kursie.
2. Zbuduj układ komparatora ze sprzężeniem zwrotnym przedstawiony w tej samej części kursu („Komparator - sprzężenie zwrotne”). Starannie zmierz napięcie na wejściu „+” (tym, do którego podłączony jest potencjometr) w momencie gdy następuje zmiana stanu diody. Czy widzisz

histerezę – różnicę napięć, przy których następuje zapalenie i zgaszenie diody? Zwróć uwagę, że ten układ jest na tyle czuły, iż samo podłączenie miernika może spowodować zmianę stanu diody. Jeśli nie udaje Ci się zmierzyć napięć dostatecznie dokładnie by zaobserwować histerezę, zmień opornik sprzężenia zwrotnego z 1 M $\Omega$  na 100 k $\Omega$ . Efekt będzie dużo większy, ale w tym wypadku dioda nie będzie gasnąć całkowicie, tylko przygasać. Przedyskutuj swoje obserwacje.

## 2.3 Komparator w układach sterujących

1. Zbuduj układ komparatora z termistorem przedstawiony w kursie II, część 11 („Wykorzystanie termistora w praktyce”):

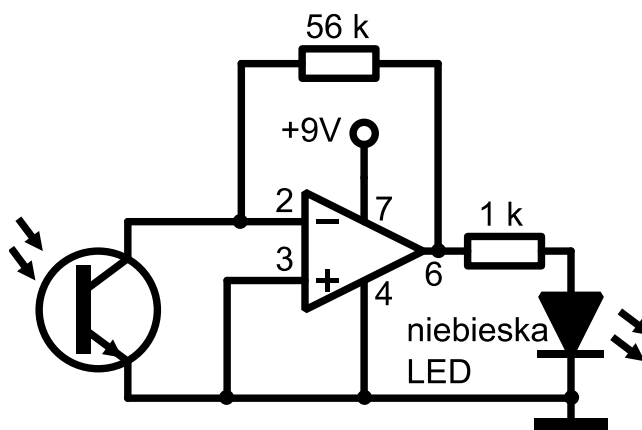
<https://forbot.pl/blog/kurs-elektroniki-ii-czujniki-analogowe-komparator-id10025>

Zbadaj jego działanie zgodnie z opisem w kursie (ustaw potencjometr tak, by ogrzanie termistora w palcach powodowało zapalenie diody, która jest zgaszona, gdy termistor jest w temperaturze pokojowej).

2. Przebuduj wcześniej zbudowany układ tak, by współpracował z fotorezystorem zamiast termistora, zgodnie z opisem w tej samej części kursu (układ w rozdziale „Fotorezystory - czujniki natężenia światła”). Wymaga to zmiany tylko jednego opornika i zamiany termistora na fotorezystor. Zbadaj jego działanie zgodnie z opisem w kursie. Po rozmontowaniu układu zmierz miernikiem opór fotorezystora znajdującego się w ciemności i oświetlonego maksymalnym natężeniem światła, jakie jesteś w stanie uzyskać. Przedyskutuj swoje obserwacje.

## 2.4 Wzmacniacz transimpedancyjny z fototranzystorem

Zbuduj układ przedstawiony na schemacie z rys. 2, wykorzystując wzmacniacz operacyjny 741 i fototranzystor.



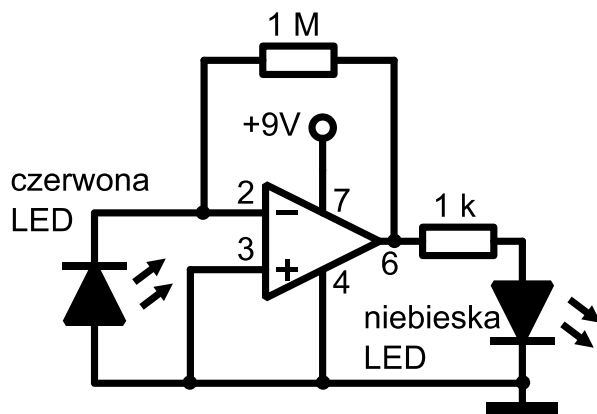
Rys. 2: Wzmacniacz transimpedancyjny z fototranzystorem

Do zasilania układu wykorzystaj pojedynczą baterię 9 V („+” do nóżki 7 wzmacniacza, „-” do masy). Podłącz też, niezaznaczone na schemacie, kondensatory 220  $\mu$ F i 100 nF równolegle do baterii, jak w układach z komparatorem. Oświetlając fototranzystor, spróbuj zaobserwować zmiany jasności świecenia diody. W tym przypadku, inaczej niż w układzie z komparatorem, jasność diody powinna się zmieniać w sposób ciągły w zależności od natężenia światła padającego na fototranzystor (może okazać się konieczne użycie latarki do oświetlenia fototranzystora). Zmierz zakres zmian napięcia na wyjściu wzmacniacza operacyjnego przy zmianach natężenia światła padającego na fototranzystor (od ciemności do maksymalnego natężenia światła, jakie możesz uzyskać).

Wzmacniacz 741 nie jest optymalnym elementem do wykorzystania w przedstawionym zastosowaniu, bo nie jest to układ rail-to-rail, a więc jego wyjście nawet przy zerowym prądzie płynącym przez fototranzystor przyjmuje niezerowe napięcie. Dlatego najlepiej jest podłączyć do jego wyjścia niebieską diodę świecącą, która ma najwyższe napięcie przewodzenia spośród diod znajdujących się w

zestawie i nie powinna świecić przy minimalnym możliwym do osiągnięcia przez wzmacniacz napięciu wyjściowym.

**Uwaga!** W moim zestawie zamiast fototranzystora znajdowała się identycznie wyglądająca dioda świecąca. Jeśli w układzie zbudowanym wg powyższego schematu nie jesteś w stanie uzyskać świecenia diody podłączonej do wyjścia wzmacniacza, to może również Ciebie to spotkało. Nic jednak straconego, wciąż możesz wykonać to ćwiczenie, bo dioda świecąca może również pracować jako element światłoczuły, tylko o niewielkiej czułości, więc aby wykorzystać ją w tym ćwiczeniu jako czujnik natężenia światła należy zamienić opornik  $56\text{ k}\Omega$  na  $1\text{ M}\Omega$  (path schemat z rys. 3). Należy też pamiętać,



Rys. 3: Wzmacniacz transimpedancyjny z diodą

że dioda musi być włączona anodą (dłuższa nóżka) do masy (w przeciwnym razie będzie sama świecić, zamiast pracować jako czujnik). Możesz zbudować tę wersję układu, nawet jeśli masz w zestawie fototranzystor, ale chcesz się przekonać, że dioda świecąca może pracować jako fotodioda. Wykorzystaj w takim przypadku jedną z kolorowych diod, ale miej na uwadze, że ze względu na barwną obudowę ich czułość jest niewielka i trzeba je oświetlać dość mocno, by zaobserwować działanie układu.

### 3 Raport

Opracowanie wyników tego ćwiczenia powinno składać się na pracę pisemną (raport), zawierającą streszczenie, wstęp, omówienie przeprowadzonych eksperymentów wraz ze schematami i zdjęciami układów pomiarowych, omówienie wyników i obserwacji płynących z eksperymentów oraz podsumowania ćwiczenia. Opcjonalnie do raportu można dołączyć filmy przedstawiające sposób działania układu.