

**Wykład: *Prof. dr hab. inż. Wojciech Kucewicz***

**Laboratorium:**

***Dr inż. Jacek Ostrowski***

**Katedra Elektroniki AGH,**

**C2 pokój 422 (godziny konsultacji zostaną podane po  
uzgodnieniu ze studentami),**

**E-mail: [ostrowsk@agh.edu.pl](mailto:ostrowsk@agh.edu.pl)**

**Zajęcia 2 godziny lekcyjne tygodniowo  
(w semestrze 30 godzin).**

# WIKIPEDIA- definicja

**Elektronika** – dziedzina techniki i nauki zajmująca się obwodami elektrycznymi zawierającymi, obok elementów elektronicznych biernych, elementy aktywne takie jak lampy próżniowe, tranzystory i diody. W obwodach takich można wzmacniać słabe sygnały dzięki nieliniowym charakterystykom elementów czynnych (i ich możliwościom sterowania przepływem elektronów). Podobnie możliwość pracy urządzeń jako przełączniki pozwala na przetwarzanie **sygnałów cyfrowych**. [Źródło: WIKIPEDIA]

**W ogólności rozróżnia się:**

***-układy elektroniczne analogowe***

***-układy elektroniczne cyfrowe.***

**Technika analogowa** zwana popularnie teorią obwodów i sygnałów – nauka zajmująca się analizą właściwości urządzeń elektrycznych (elektronicznych), które powodują wytwarzanie lub pośredniczą w przenoszeniu sygnałów (sygnał analogowy). Zrodziła się ona z połączenia dziedzin nauk elektronicznych, takich jak teoria obwodów i teoria sygnałów z dziedzinami matematyki, jak analiza matematyczna i topologia.

**Technika cyfrowa** jest dziedziną naukowo–techniczną zajmującą się badaniem naukowym układów cyfrowych, np. poprzez ich modelowanie matematyczne i schematy zastępcze. Technika cyfrowa jest ściśle powiązana z elektroniką cyfrową, a rozwój obu tych dziedzin umożliwił opracowanie i wdrożenie do użytku m.in. mikroprocesora stanowiącego podstawę dla współczesnego komputera osobistego.

[źródło: WIKIPEDIA)

**Sygnal analogowy** – sygnał, który może przyjmować dowolną wartość z ciągłego przedziału (nieskończonego lub ograniczonego zakresem zmienności). Jego wartości mogą zostać określone w każdej chwili czasu, dzięki funkcji matematycznej opisującej dany sygnał. Przeciwnieństwem sygnału analogowego jest sygnał skwantowany, nazywany również dyskretnym (w szczególności: cyfrowym).

**Sygnal cyfrowy** – sygnał, którego dziedzina i zbiór wartości są dyskretne. W technice cyfrowej sygnał cyfrowy to odpowiedni poziom napięcia elektrycznego reprezentującego jedną z dwóch wartości logicznych: 0 lub 1, zgodnie z teorią algebr Boole'a.

[Źródło: WIKIPEDIA]

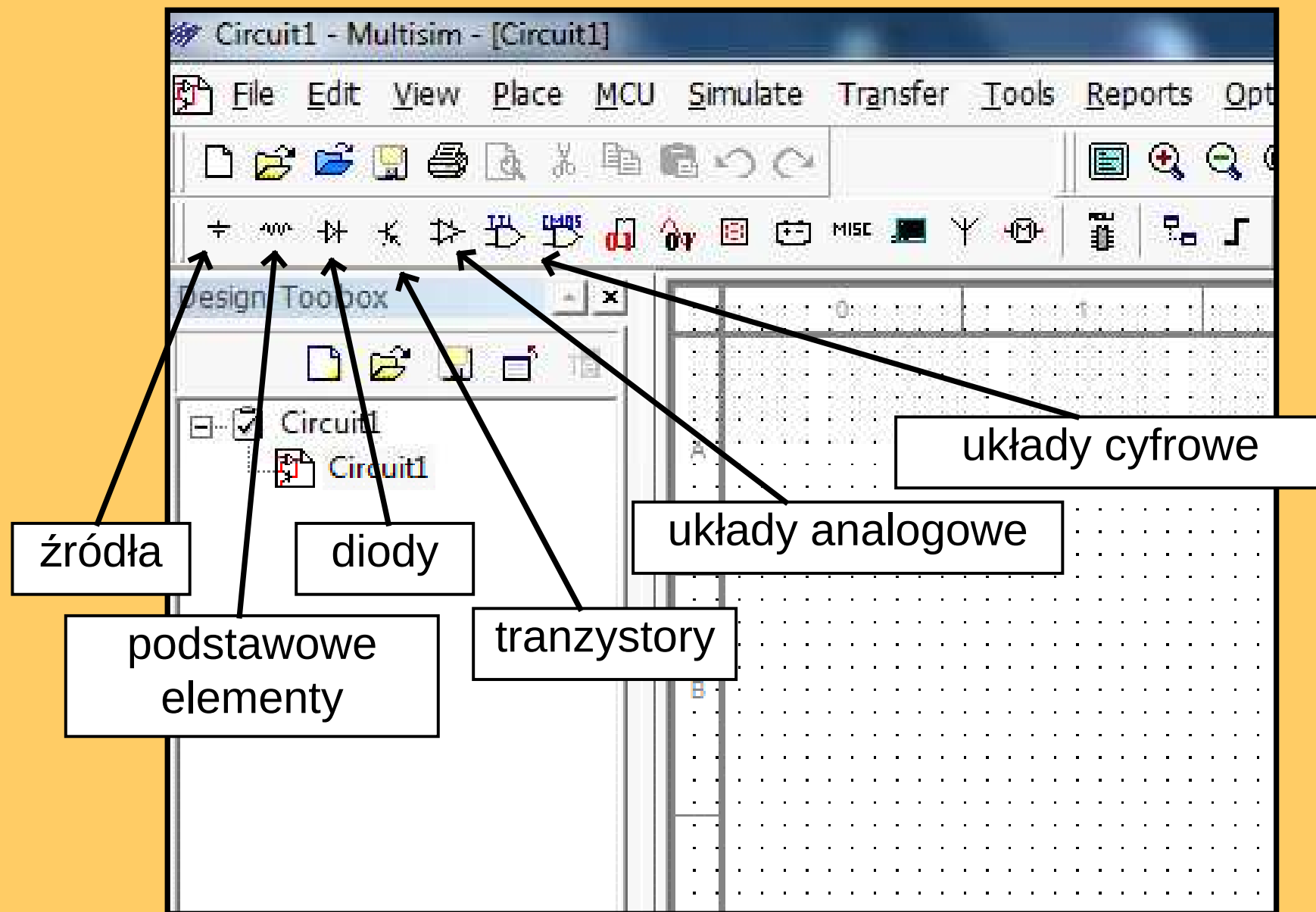
## ***NARZĘDZIE PROJEKTOWE***

Program **MULTISIM**: jest symulatorem układów elektronicznych.

### **Pozwala na:**

zbadanie działania obwodu zbudowanego z wirtualnych elementów elektronicznych bez konieczności budowy rzeczywistego układu.

*Darmową wersję programu można pobrać ze strony producenta (<http://www.ni.com/multisim/>).*



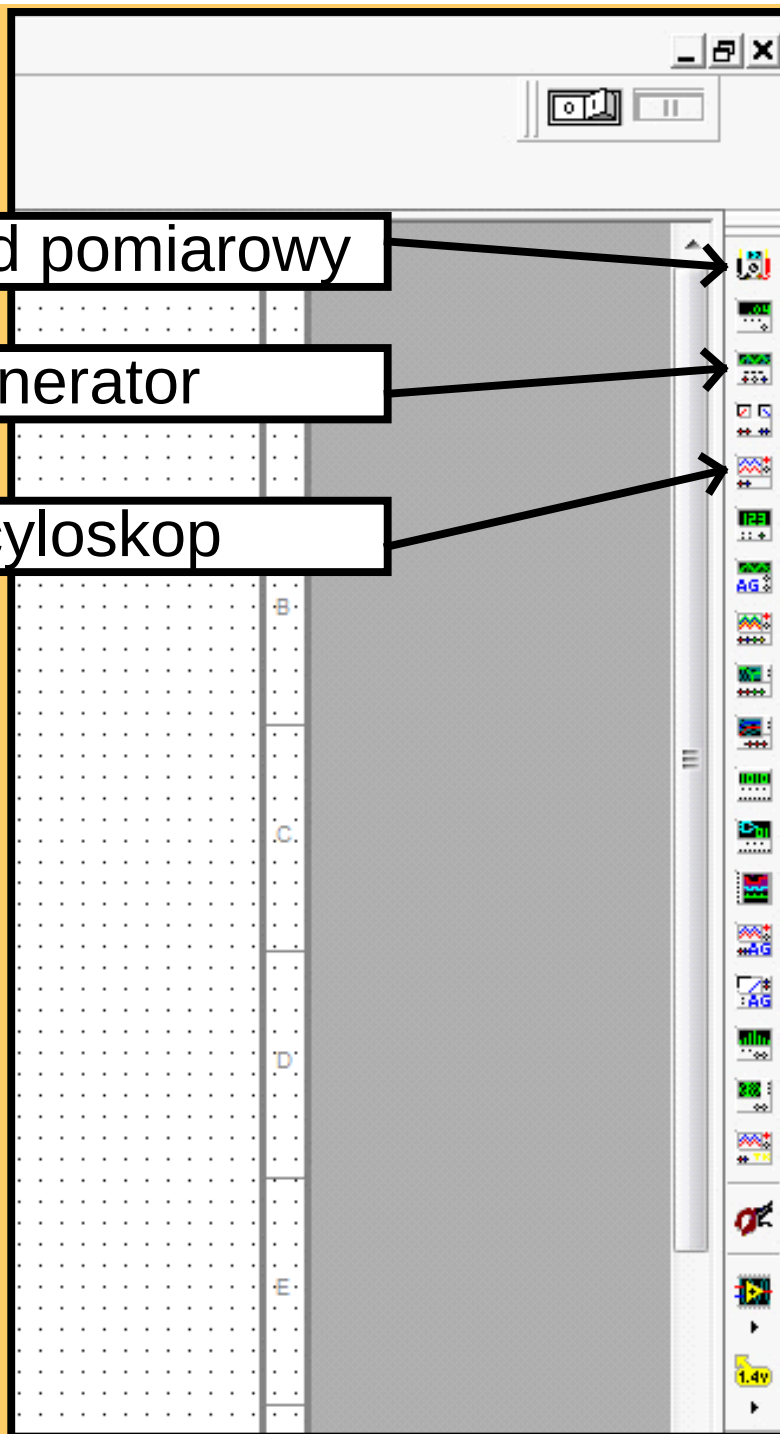
**Pasek narzędzi- elementy układów elektronicznych i elektrycznych**



przyrząd pomiarowy

generator

oscylloskop



**Menu przyrządów  
pomiarowych i  
analizatorów**

## **Podstawowe wielkości elektryczne:**

- natężenie prądu,
- napięcie,
- opór elektryczny,
- pojemność.

## **Podstawowe bierne elementy elektroniczne:**

- rezystor,
- kondensator,
- potencjometr.

## **Podstawowe Prawa Elektrotechniki:**

- prawo Ohma,
- prawa Kirchhoffa.

**Są kluczem do zrozumienia dalszych ćwiczeń!!!**

**Natężenie prądu elektrycznego-  $I$**  (nazywane potocznie prądem elektrycznym), jest to wielkość fizyczna charakteryzująca przepływ prądu elektrycznego zdefiniowana jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu tego ładunku:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

**Amper** – jednostka natężenia prądu elektrycznego. Jest jednostką podstawową w układzie SI i układzie MKSA oznaczaną w obu układach symbolem **A**.

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

**Napięcie elektryczne** – różnica potencjałów elektrycznych między dwoma punktami obwodu elektrycznego lub pola elektrycznego.

Symbolem napięcia jest **U**. Napięcie elektryczne jest to stosunek pracy wykonanej podczas przenoszenia ładunku elektrycznego między punktami, dla których określa się napięcie, do wartości tego ładunku.

$$U_{AB} = \varphi_B - \varphi_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

**Wolt** – jednostka potencjału elektrycznego, napięcia elektrycznego i siły elektromotorycznej, używana w układach jednostek miar SI, MKS i MKSA, oznaczana **V**. Między dwoma punktami pola występuje różnica potencjałów (napięcie elektryczne) 1 V, jeśli praca wykonana przy przesuwaniu ładunku 1 C między tymi punktami wynosi 1 J.

**Rezystancja** (opór elektryczny, opór czynny, oporność)– wielkość charakteryzująca relacje między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego. W obwodach prądu przemiennego rezystancją nazywa się część rzeczywistą zespolonej impedancji. Zwyczajowo rezystancję oznacza się często symbolem **R**. Jednostką rezystancji w układzie SI jest Ohm, którego symbolem jest **Ω**.

$$U=RI$$

**Pojemnością elektryczną** odosobnionego przewodnika nazywamy wielkość fizyczną  $C$  równą stosunkowi ładunku  $q$  zgromadzonego na przewodniku do potencjału tego przewodnika.

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

**1 Farad (F)** – jednostka pojemności elektrycznej w układzie SI  
(jednostka pochodna układu SI)

Jest to pojemność elektryczna przewodnika elektrycznego, którego potencjał zwiększa się o 1 wolt po dostarczeniu ładunku 1 kulomba.

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}} = \frac{1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}}{1 \text{ V}} = 1 \frac{\text{A}^2 \cdot \text{s}^4}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$$

**Opornik, rezystor** jest najprostszym elementem biernym obwodu elektrycznego. Jest wykorzystywany do ograniczenia prądu w nim płynącego. Jest elementem liniowym, tzn: występujący na nim spadek napięcia jest wprost proporcjonalny do prądu płynącego przez opornik. Przy przepływie prądu rezystor zamienia energię elektryczną w ciepło. Idealny opornik posiada tylko jedną wielkość, która go charakteryzuje – rezystancję. W elementach rzeczywistych występuje jeszcze pojemność wewnętrzna oraz wewnętrzna indukcyjność,

**Kondensator** jest elementem elektrycznym, zbudowanym z dwóch przewodników (okładek) rozdzielonych dielektrykiem. Doprowadzenie napięcia do okładek kondensatora powoduje zgromadzenie się na nich ładunku elektrycznego. Po odłączeniu od źródła napięcia, ładunki utrzymują się na okładkach siłami przyciągania elektrostatycznego. Jeżeli kondensator, jako całość, nie jest naelektryzowany to cały ładunek zgromadzony na obu okładkach jest jednakowy co do wartości, ale przeciwnego znaku. Kondensator charakteryzuje **pojemność  $C$**  określająca zdolność kondensatora do gromadzenia ładunku:

**Potencjometr** zwany też rezystorem nastawnym – występuje w postaci pojedynczego elementu, regulowanego dzielnika napięcia. Potencjometr posiada trzy wyprowadzenia, odpowiadające wyprowadzeniom dzielnika napięcia. Dwa z nich połączone są ścieżką o stałym oporze. Trzeci połączony jest ze ślizgaczem (rotorem w potencjometrach obrotowych), którego położenie na ścieżce można regulować. Ścieżkę oporową wykonuje się z węgla, cermetu, tworzyw sztucznych lub zwojów drutu oporowego.

Potencjometr działa na zasadzie klasycznego dzielnika napięcia.



# Prawo Ohma

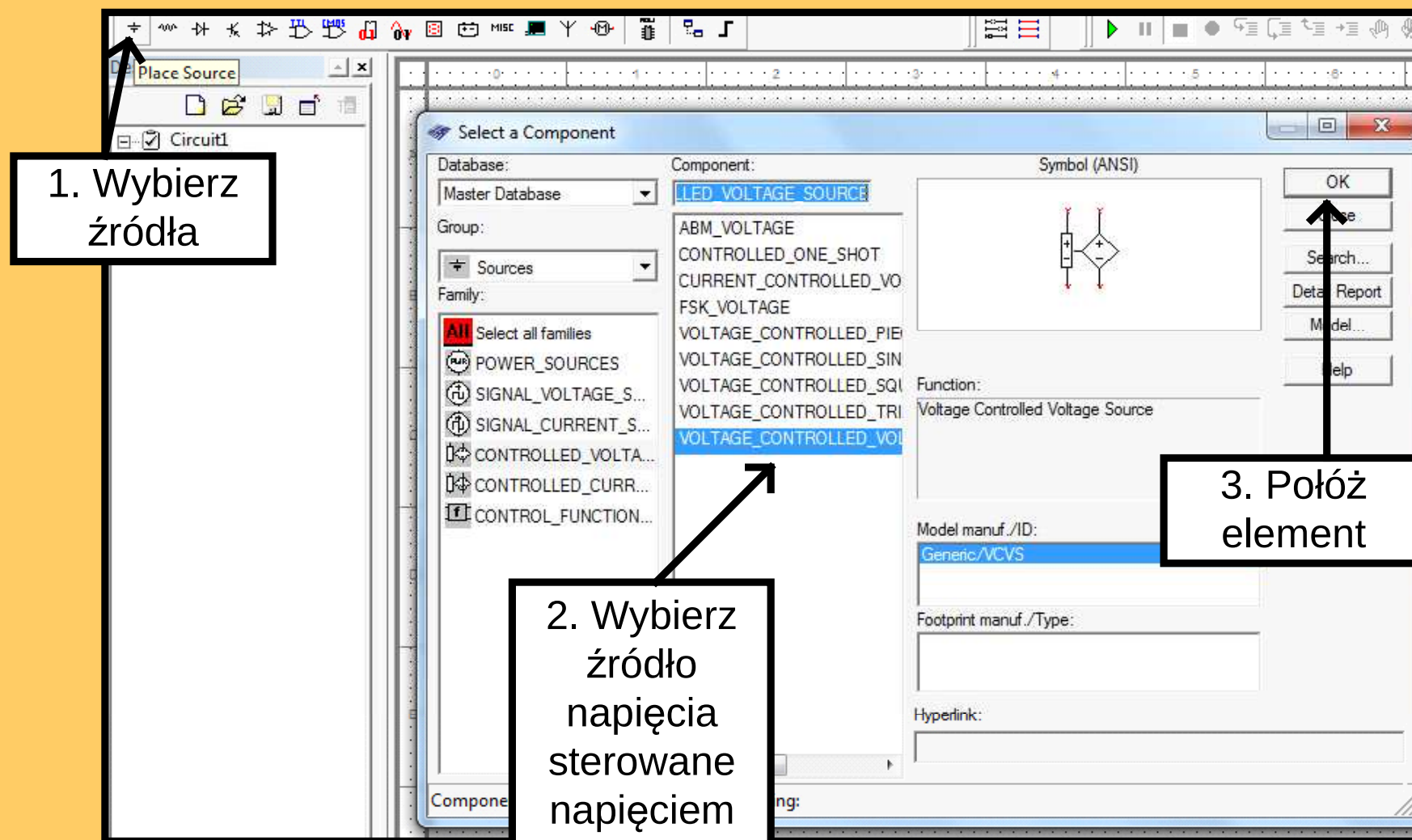
Georg Simon Ohm- niemiecki fizyk, profesor politechniki w Norymberdze i uniwersytetu w Monachium, prawidłowość odkrył w latach 1825-1826.

Prawo fizyki głoszące, że natężenia prądu płynącego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do napięcia panującego między końcówkami przewodnika.

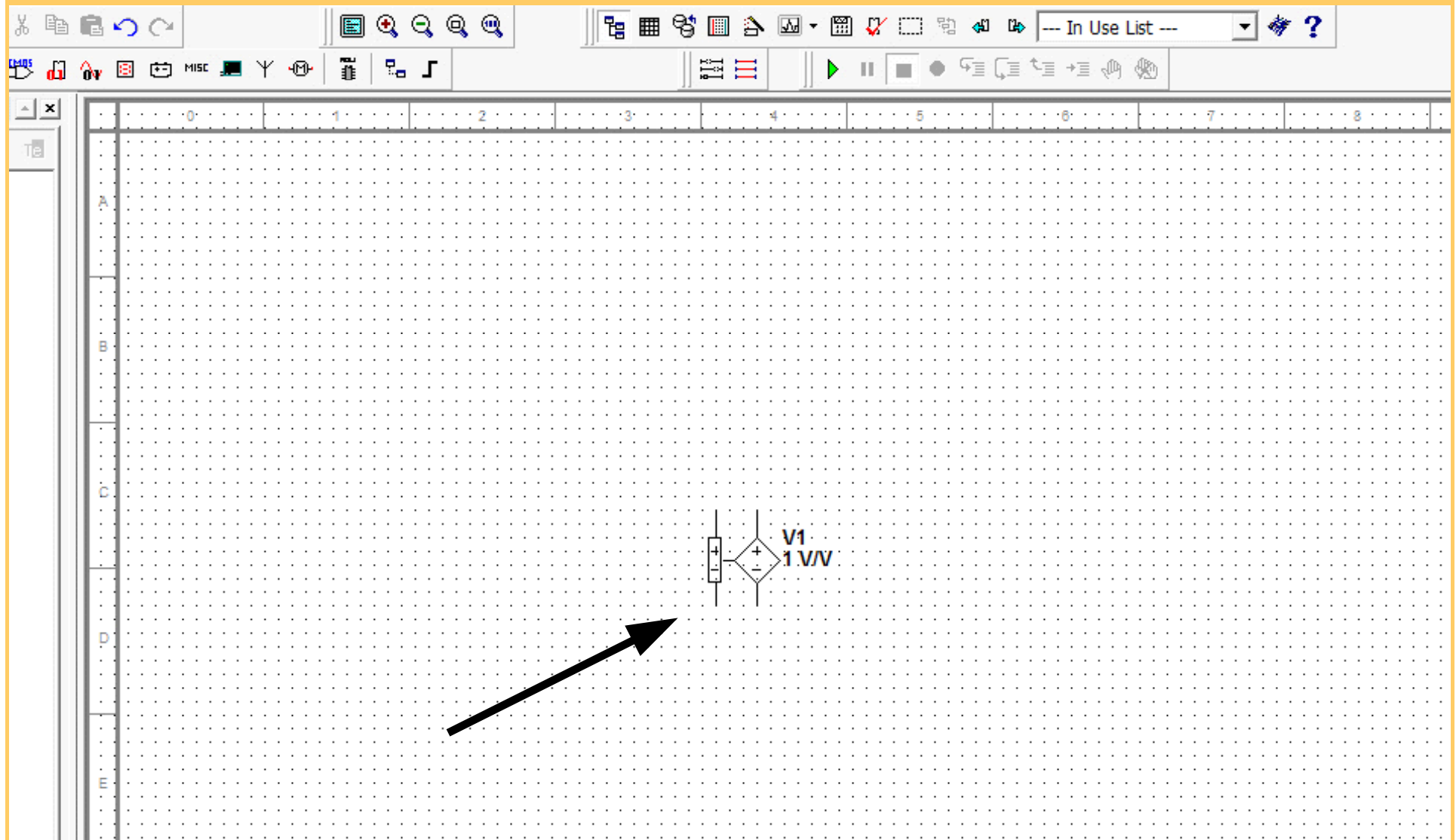
$$R = \frac{U}{I}$$

# „Sprawdzenie” prawa OHMA przy pomocy programu MULTISIM

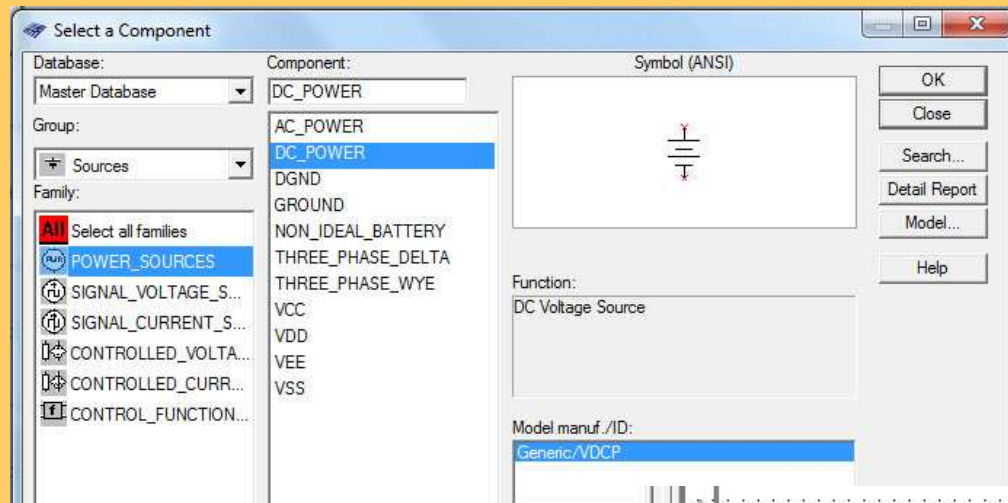
Etap 1- „położenie” źródła  
napięcia sterowanego napięciem.



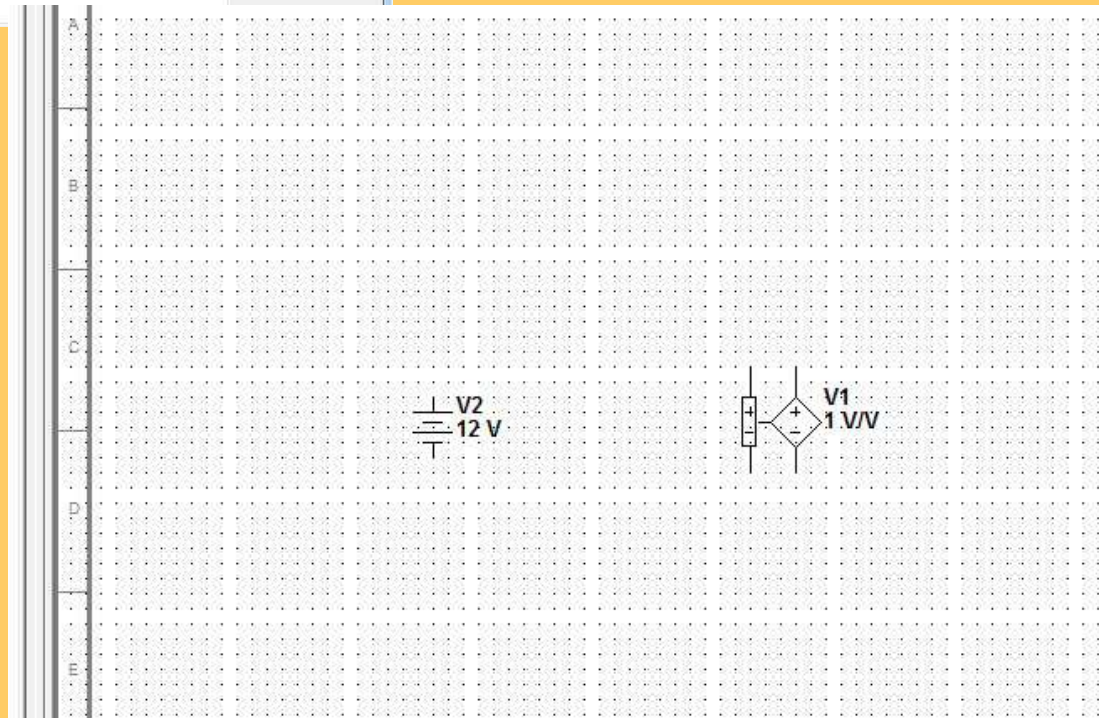
# Efekt końcowy



## Etap 2. „położenie” źródła napięcia

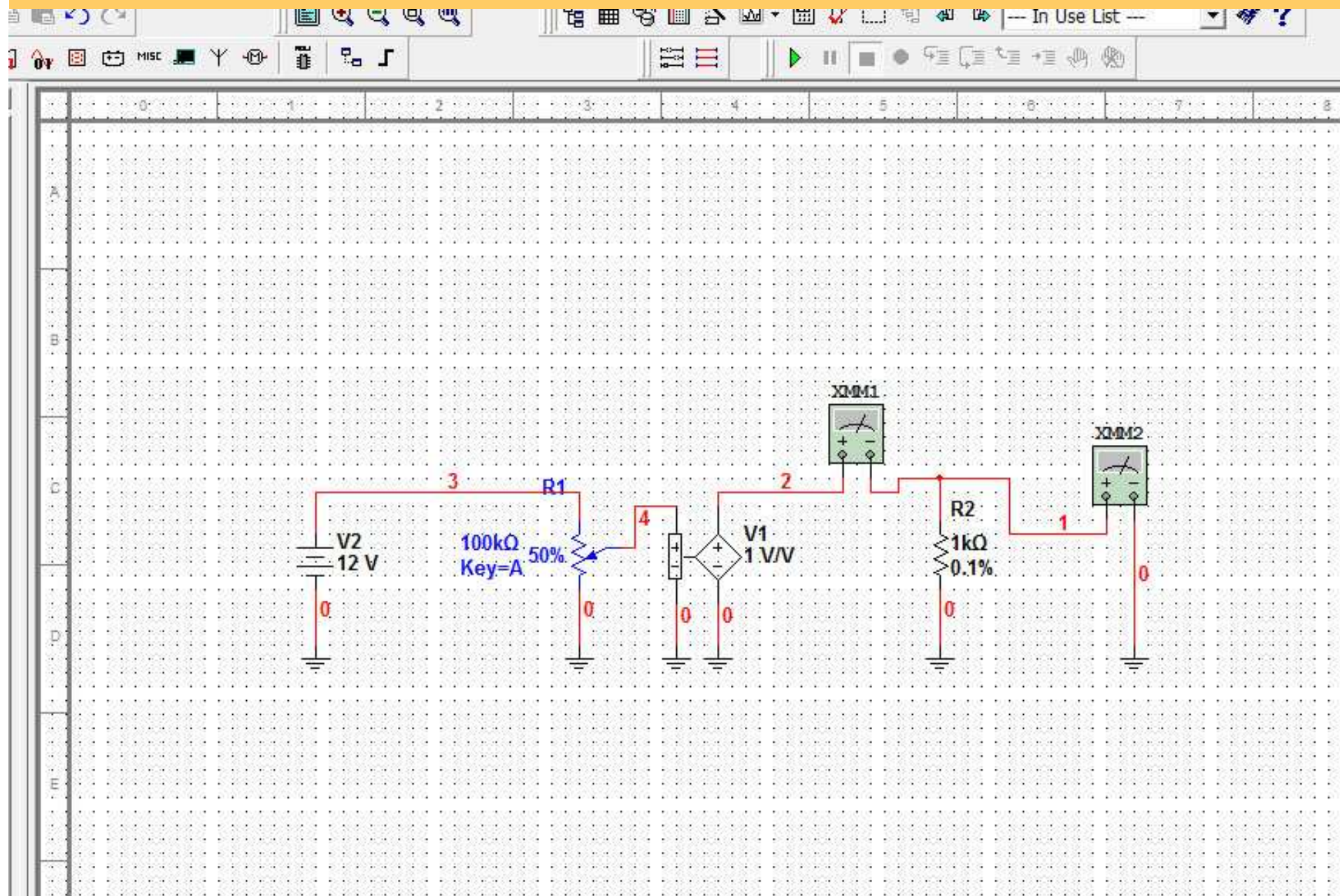


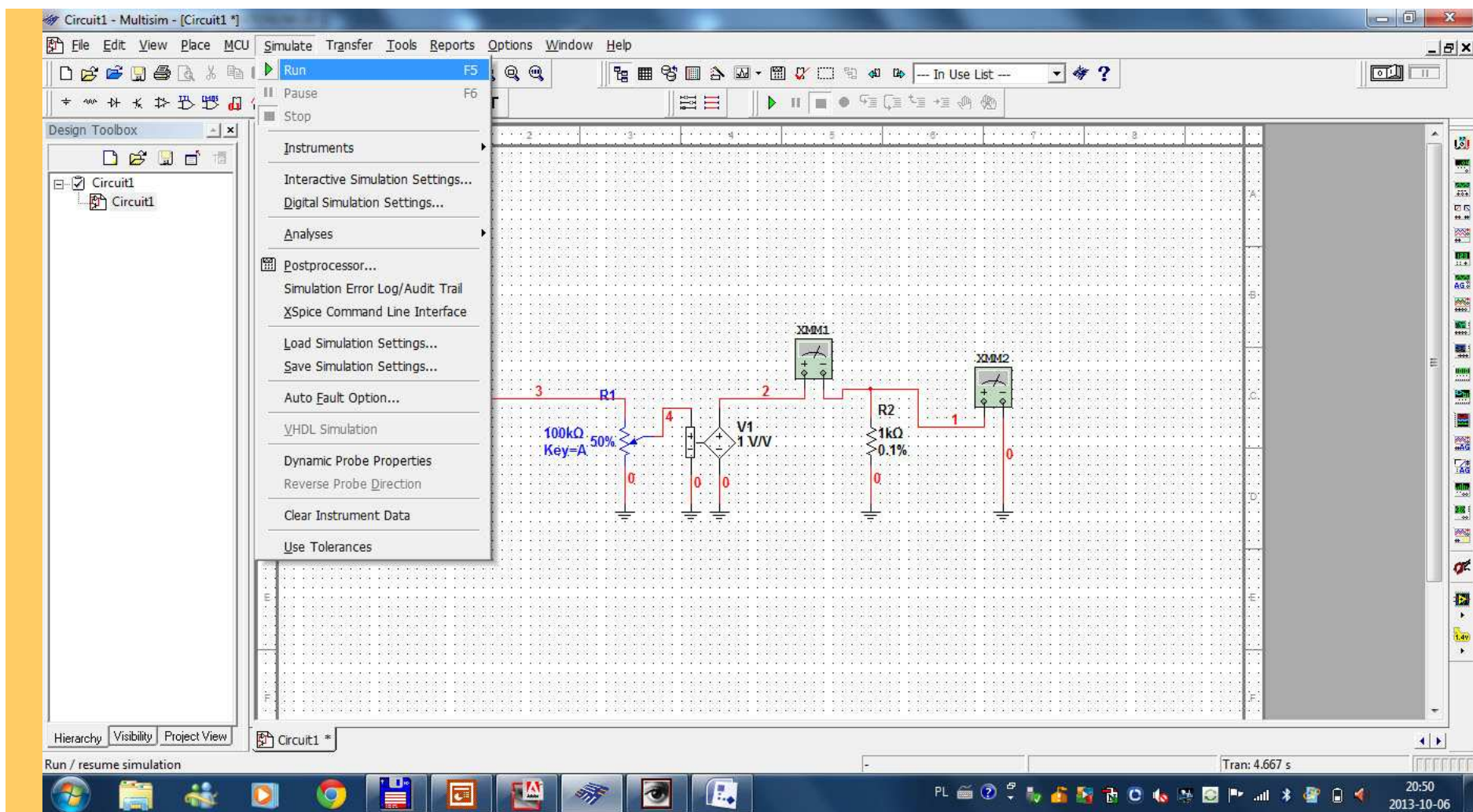
**Efekt**





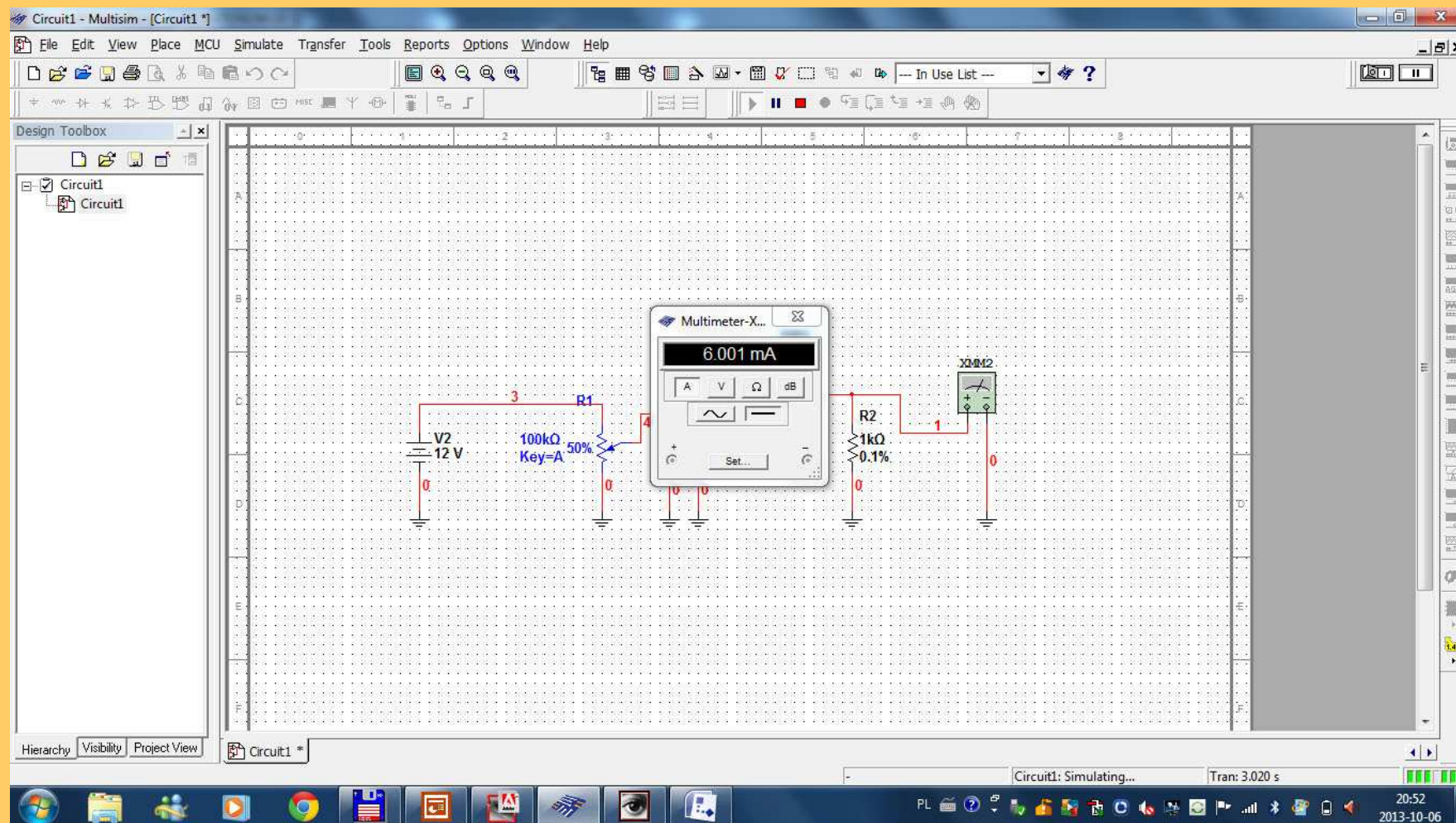
# Zbuduj układ jak na rysunku !!!



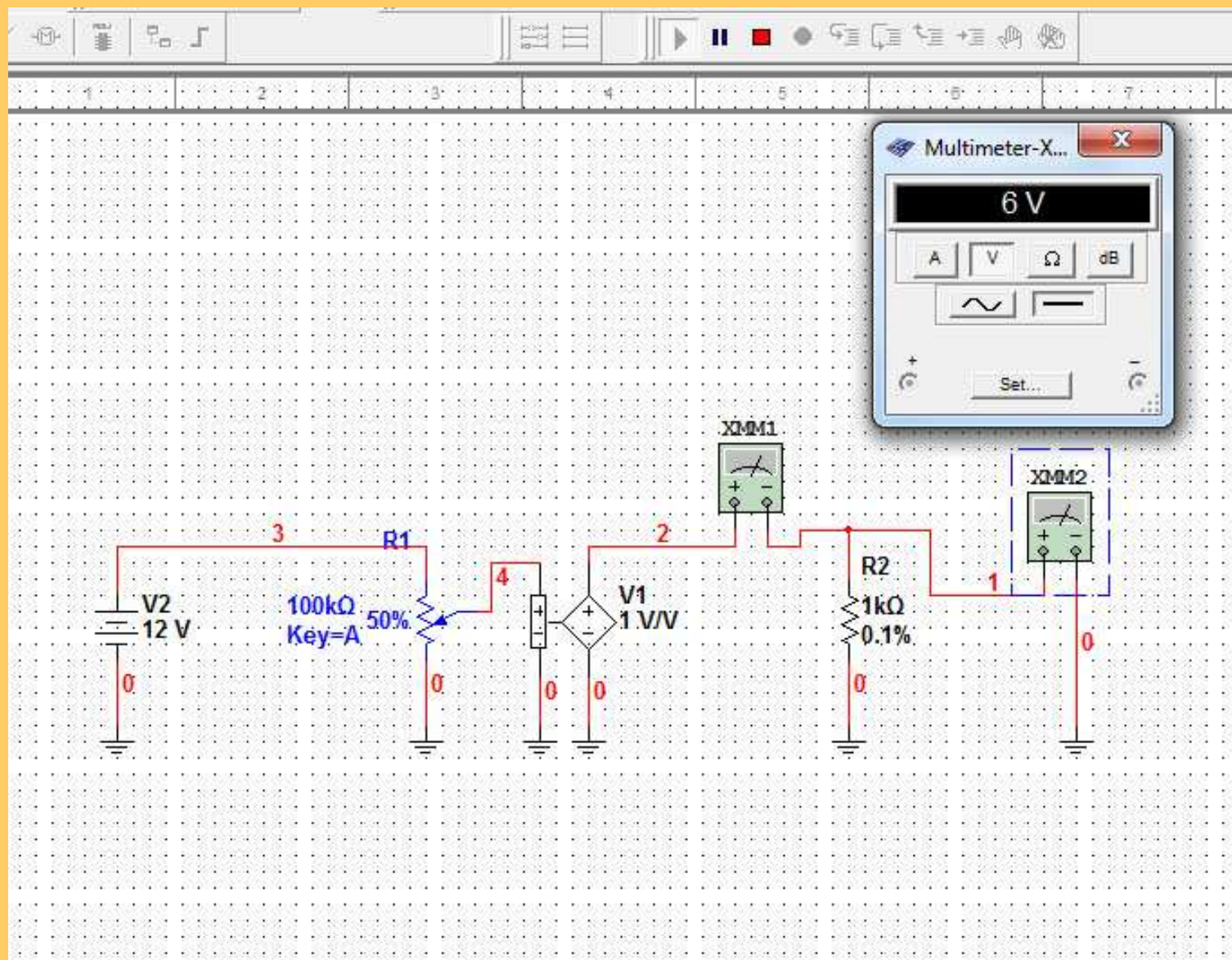


# Uruchomienie symulacji



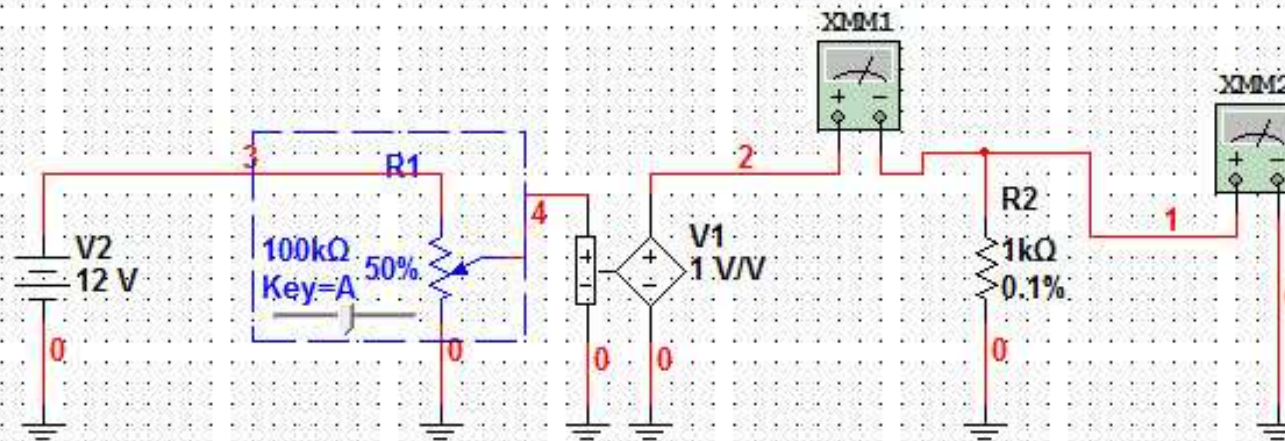


**Pomiar prądu (dwukrotne kliknięcie lewym przyciskiem myszy na multimetr 1)**

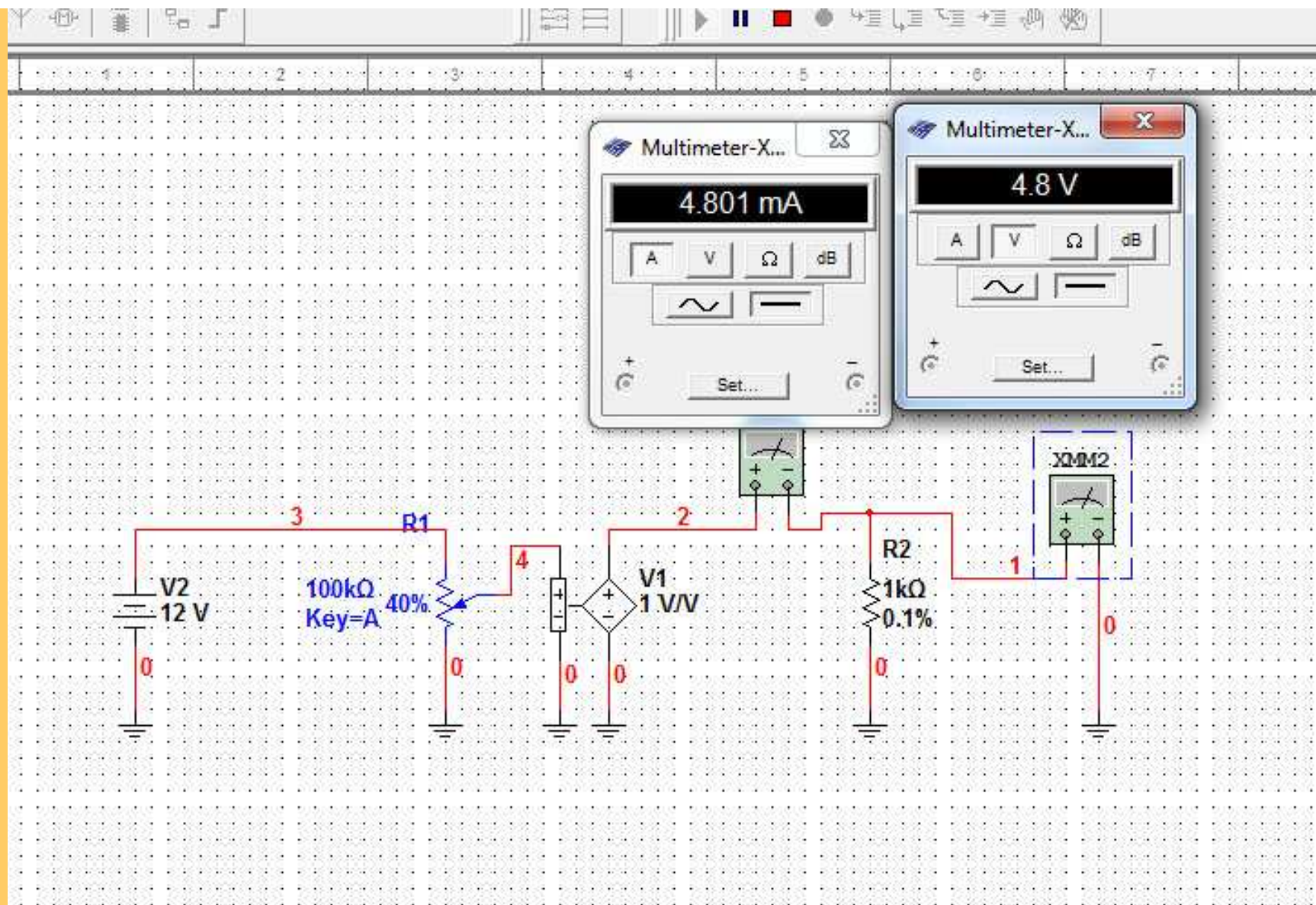


**Pomiar napięcia na rezystancji**





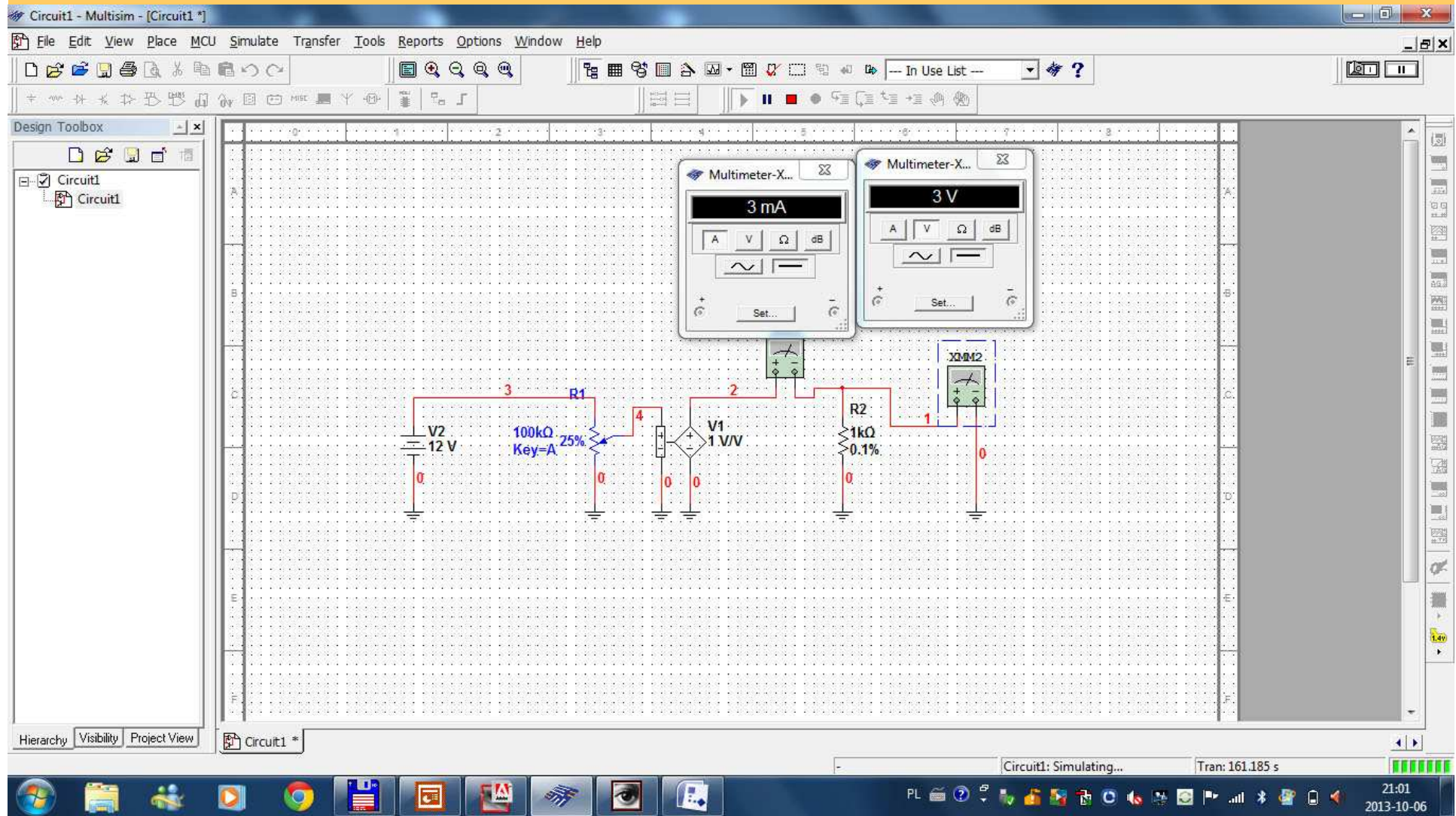
**Zmiana napięcia na źródle napięcia w obwodzie z rezystorem testowym 1kOhm-  
dwukrotne kliknięcie lewym przyciskiem  
myszy**



Ustawienie potencjometru zmieniono na 40%, efekty pomiaru napięcia i prądu (**stosunek  $U$  do  $I$  pozostaje stały!!!**)



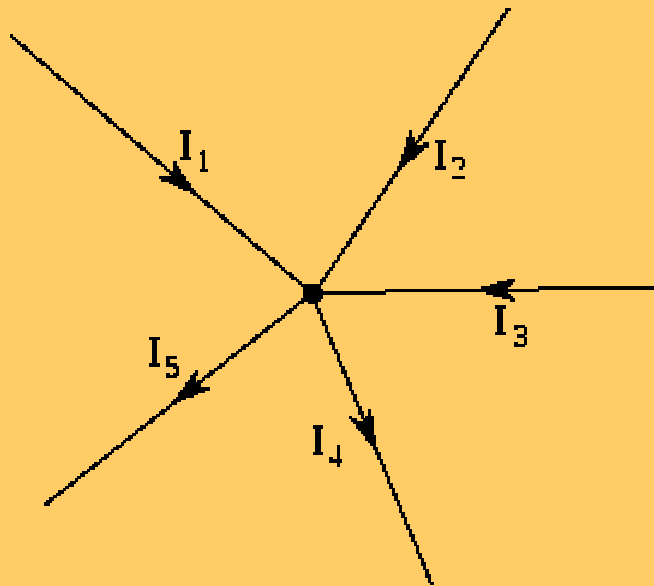
Sprawdź zależność napięcia i prądu dla innych ustawień potencjometru



# Prawa Kirchhoffa

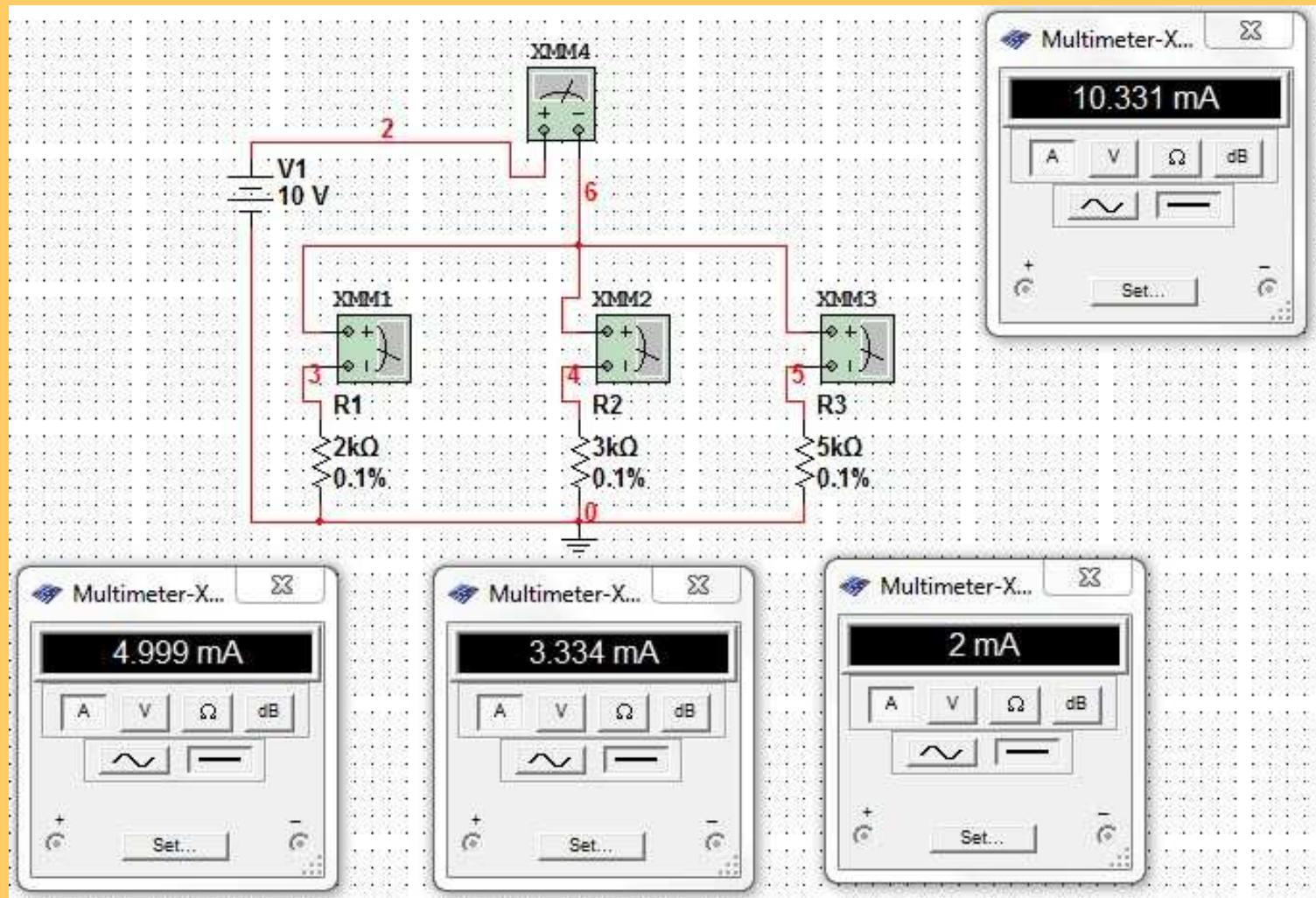
**Pierwsze prawo Kirchhoffa – *prawo dotyczy przepływu prądu w rozgałęzieniach obwodu elektrycznego:***

Dla węzła obwodu elektrycznego suma algebraiczna natężeń prądów wpływających(+) i wypływających(–) jest równa zero.



$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

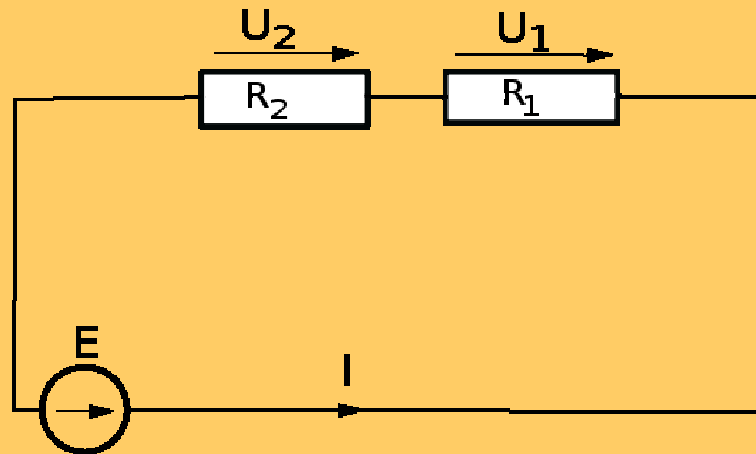
Zbuduj układ jak na rysunku, sprawdź czy prąd ze źródła mierzony amperomierzem XMM4 jest równy sumie prądów płynących przez rezystancje R1-R3



Pomiarów dokonaj po zmianie wartości rezystancji R1-R3

**Drugie prawo Kirchhoffa** – zwane również prawem napięciowym, dotyczy bilansu napięć w zamkniętym obwodzie elektrycznym prądu stałego.

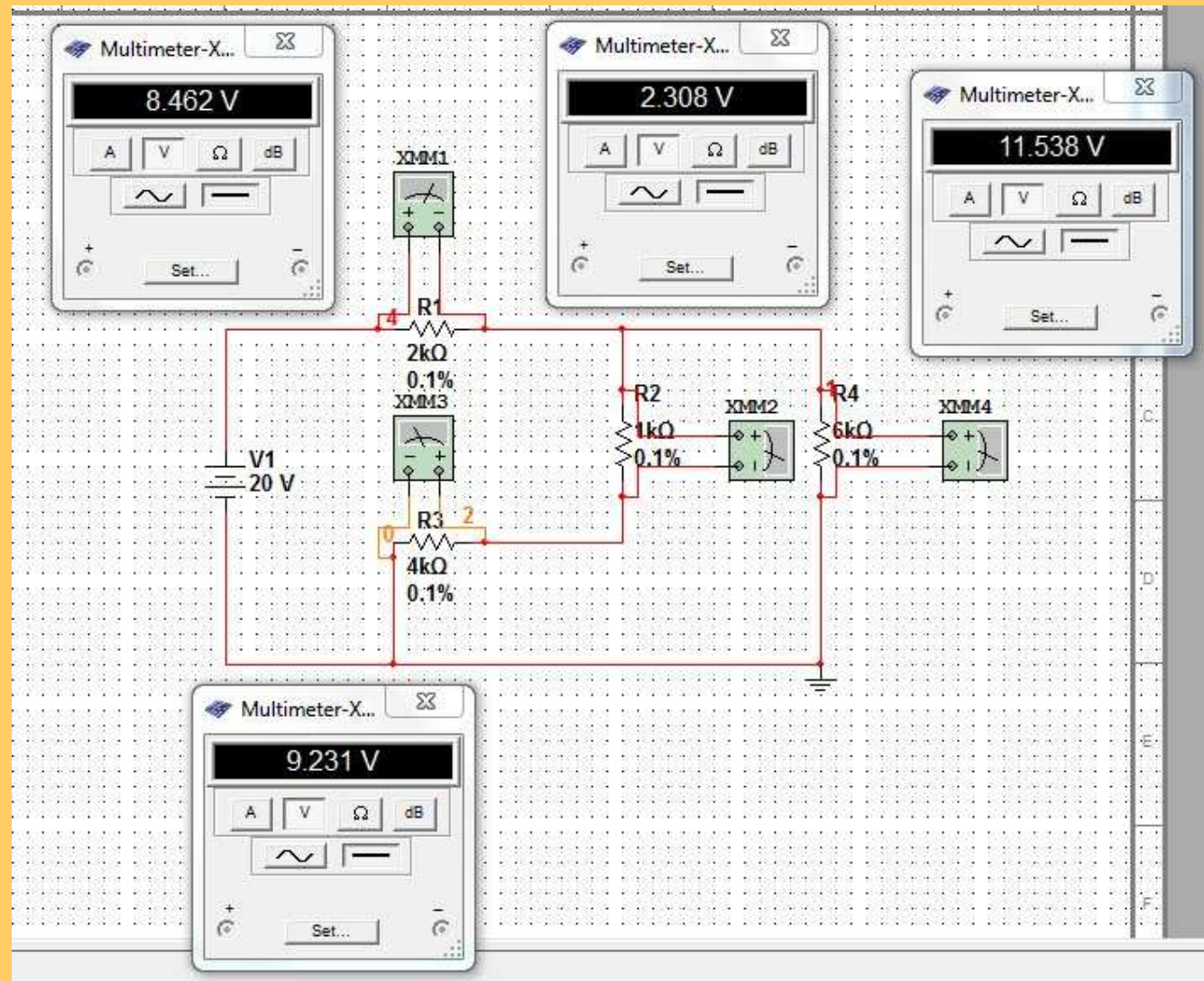
W zamkniętym obwodzie suma spadków napięć na oporach równa jest sumie sił elektromotorycznych występujących w tym obwodzie.



$$E = U_1 + U_2$$



Zbuduj układ jak na rysunku, sprawdź czy napięcie źródła jest równe sumie spadków napięć na rezystancjach we wszystkich oczkach obwodu.

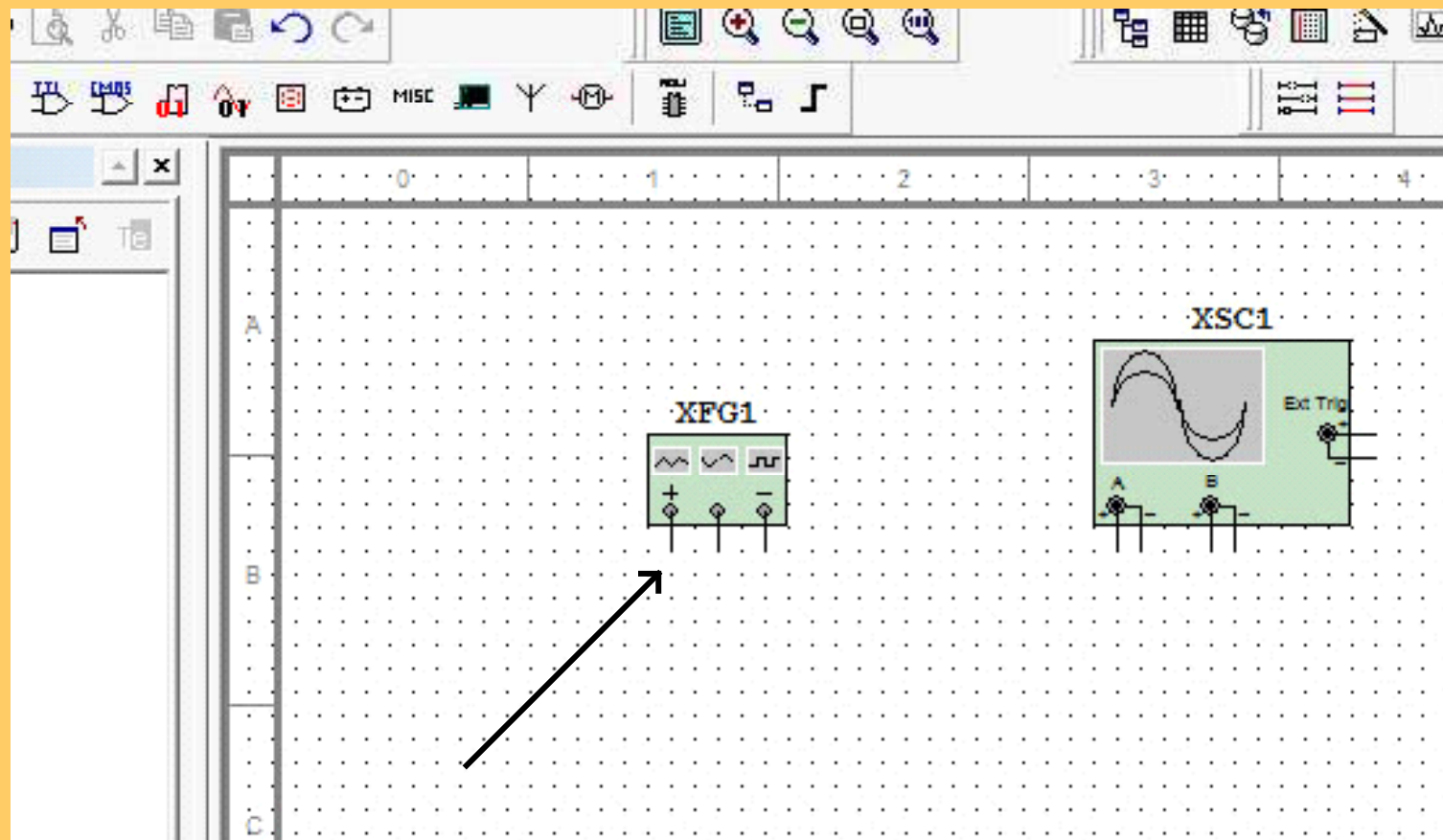


Powtórz pomiary dla innych wielkości rezystancji



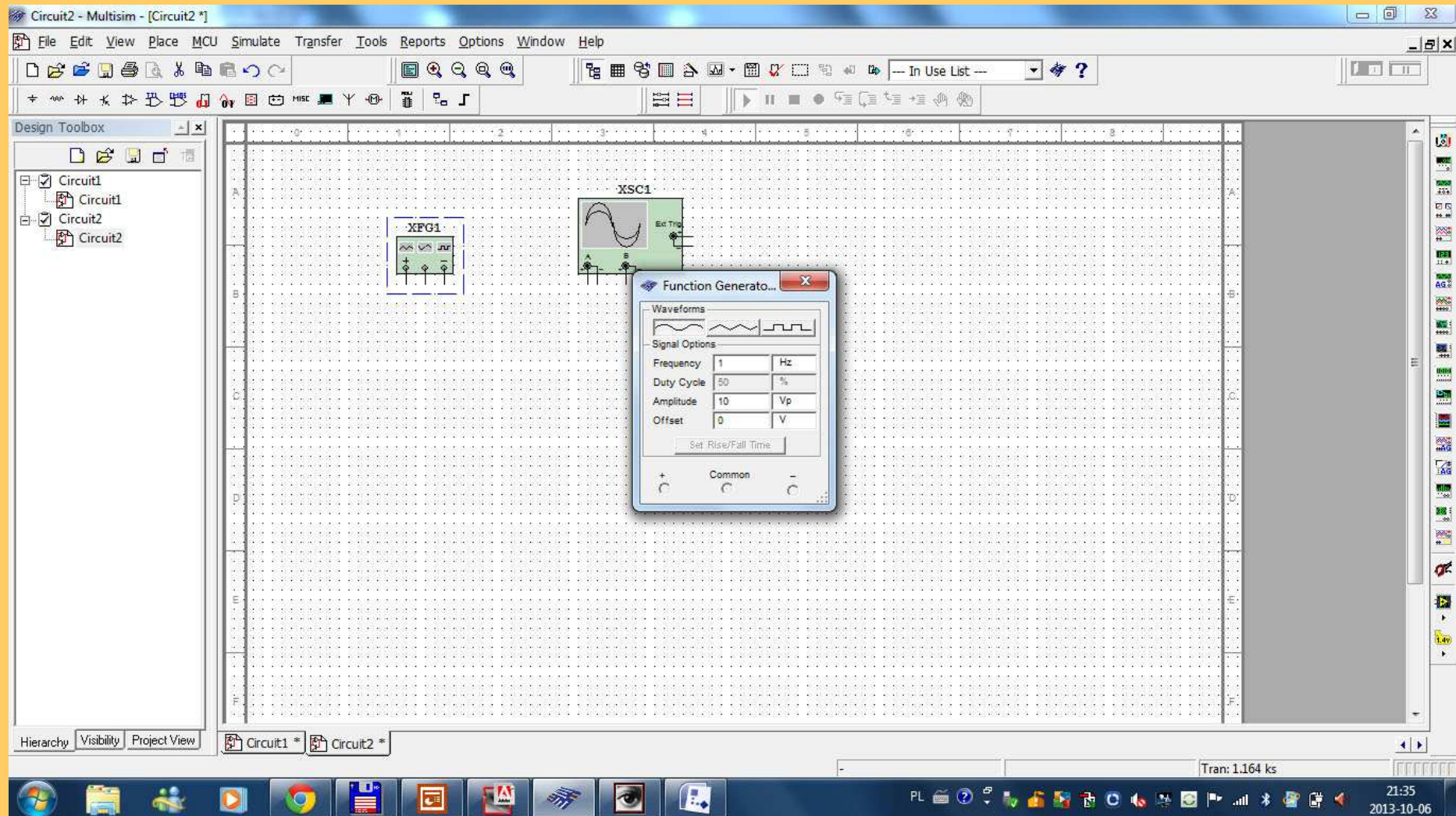
**Generator funkcyjny:** urządzenie elektroniczne służące do generacji sygnałów elektrycznych o różnym kształcie:

- sinusoidalnych,
- prostokątnych,
- trójkątnych.

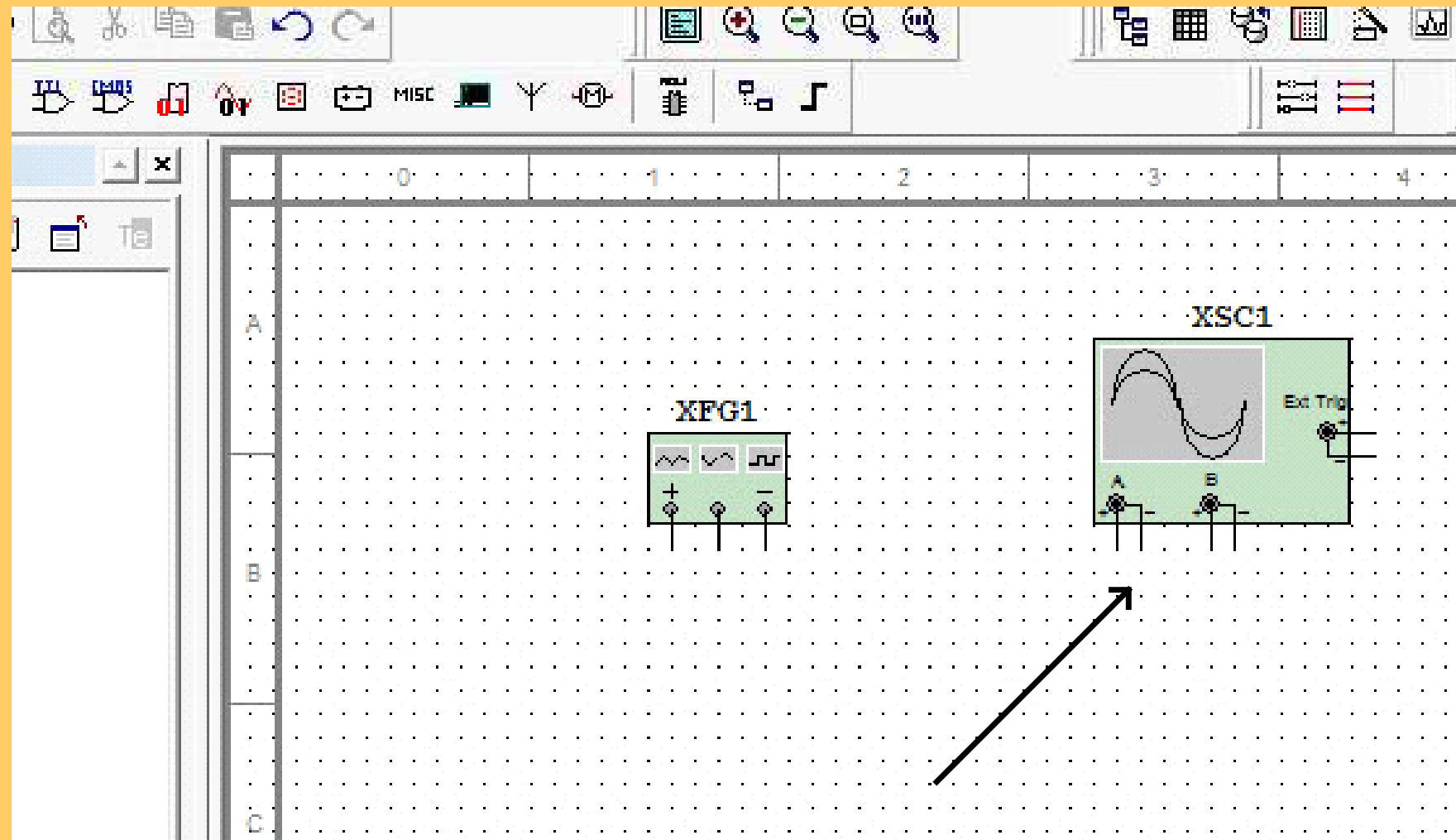


# Nastawy generatora

(dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszy)

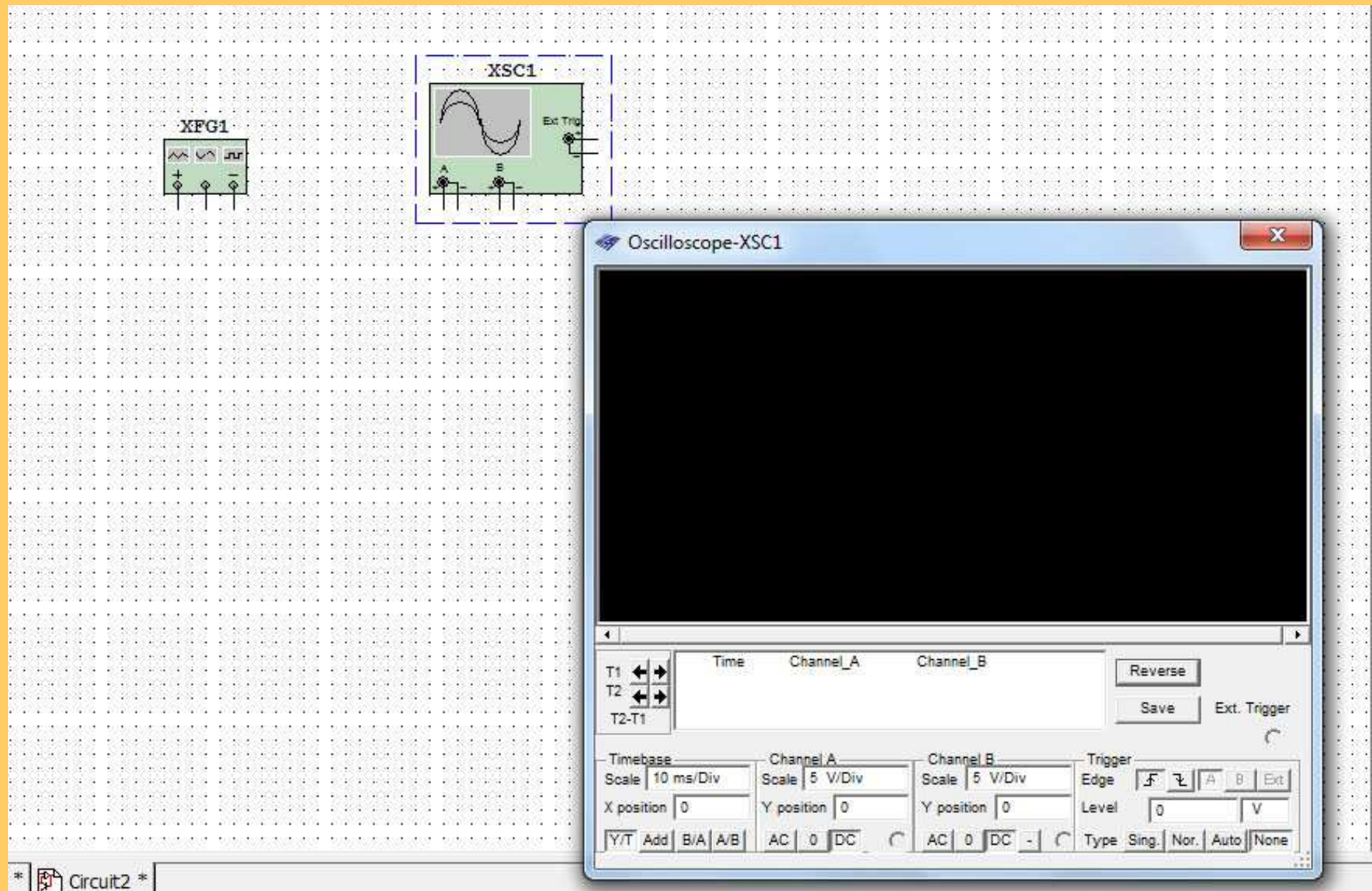


**Oscyloskop**- przyrząd elektroniczny, służący do obserwowania i badania przebiegów zależności pomiędzy dwiema wielkościami elektrycznymi, bądź innymi wielkościami fizycznymi reprezentowanymi w postaci elektrycznej.

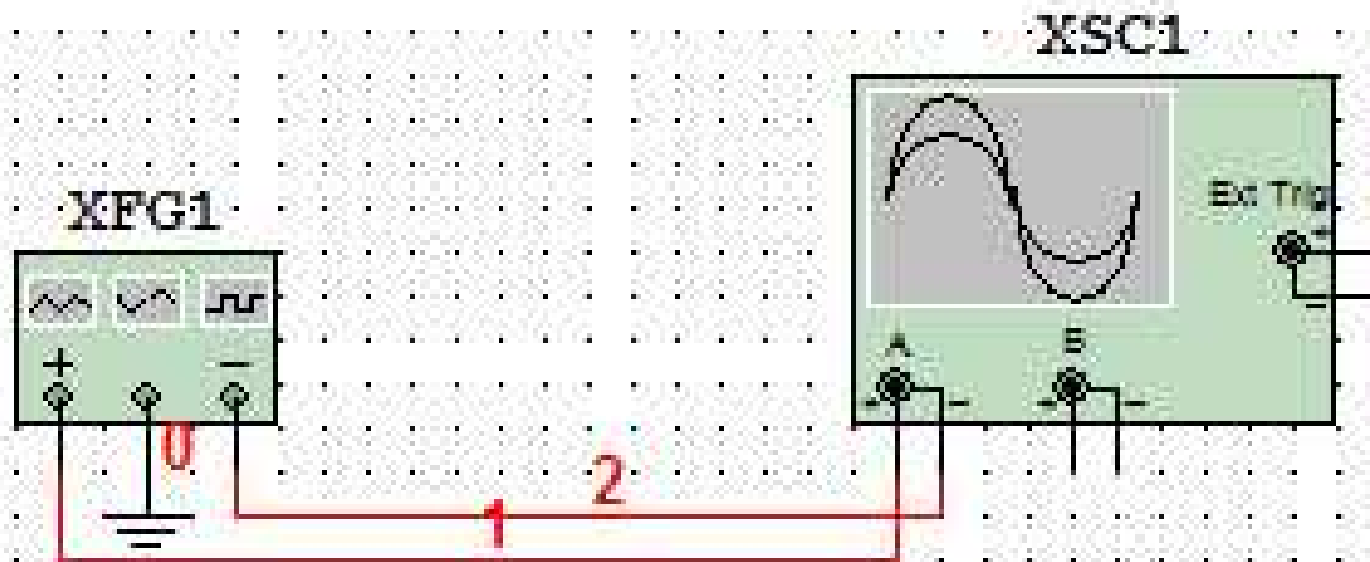


# Oscyloskop- nastawy- obraz na ekranie

(dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszy)

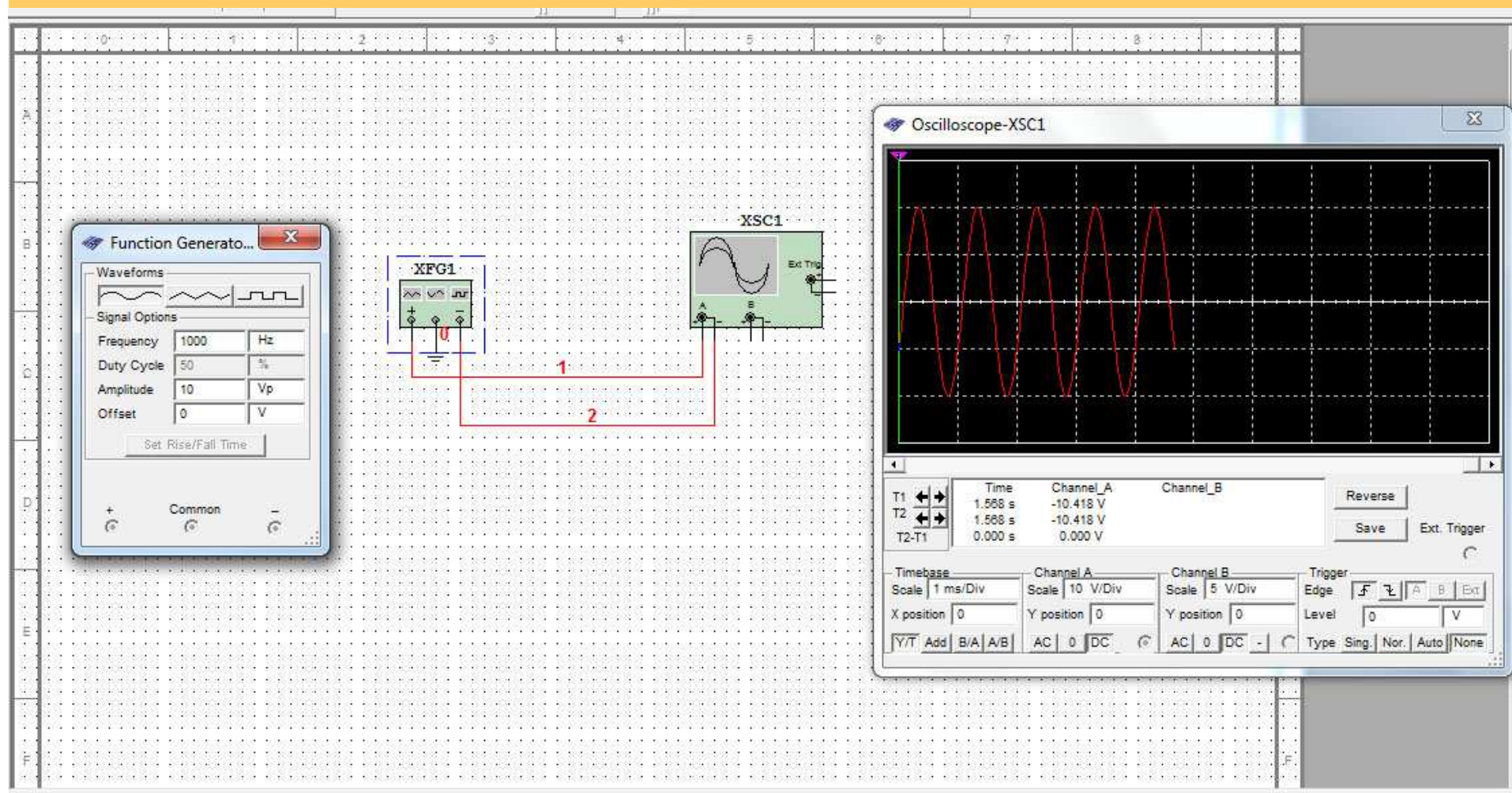


## Połączenie obu przyrządów

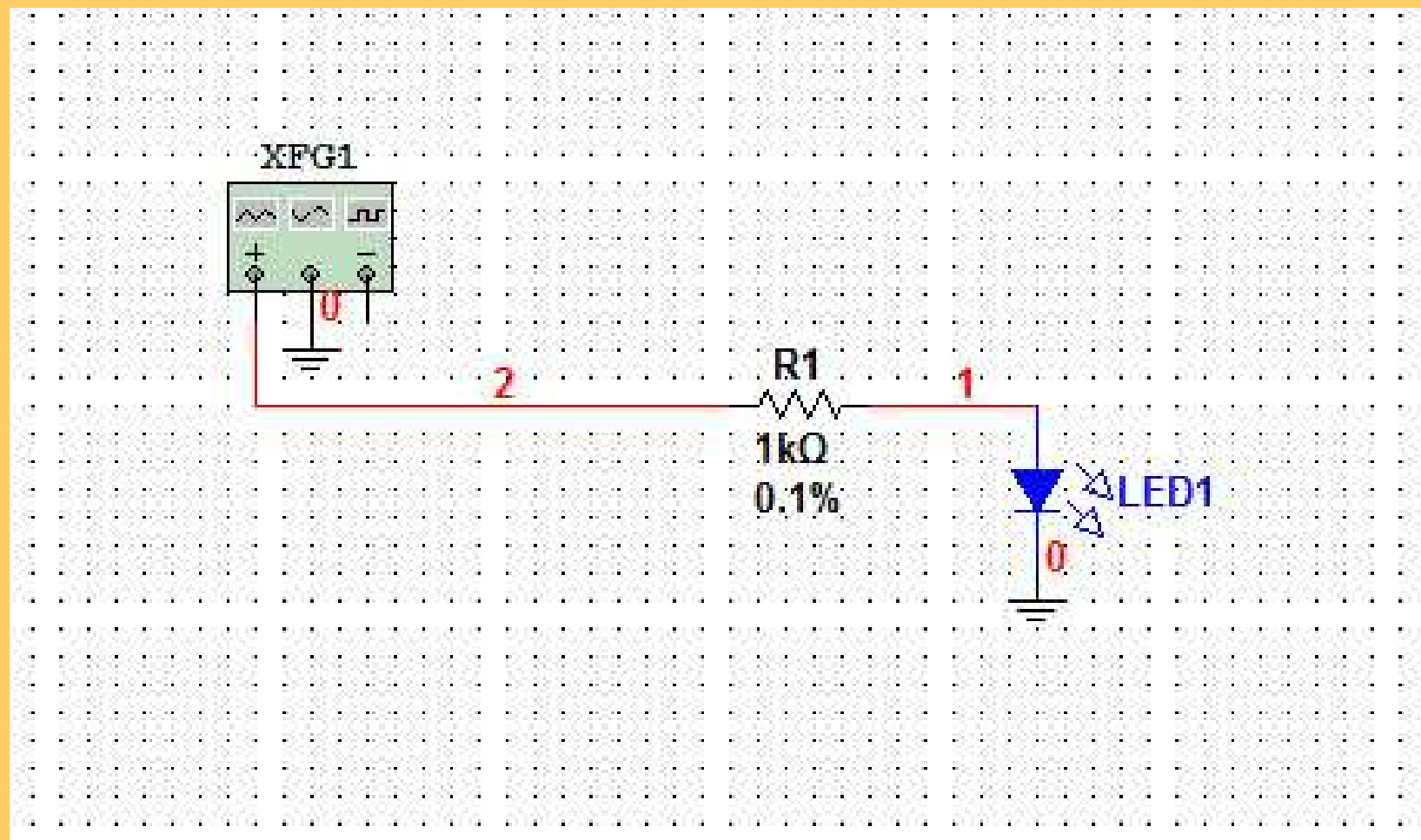




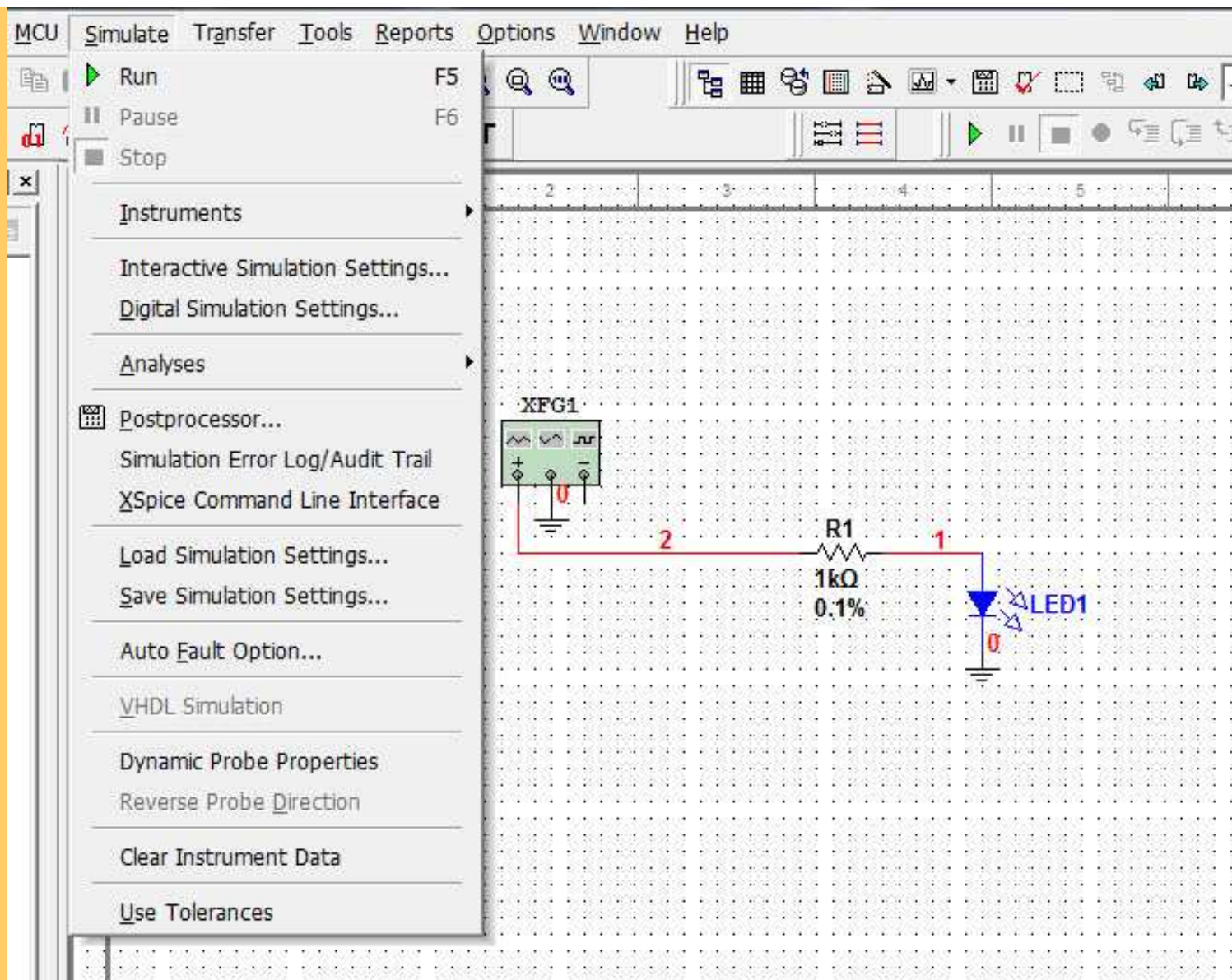
# Symulacja obserwacji przebiegów z generatora funkcyjnego na oscyloskopie



**Dioda Elektroluminescencyjna- LED** dioda zaliczana do półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych, emitujących promieniowanie w zakresie światła widzialnego, podczerwieni i ultrafioletu.

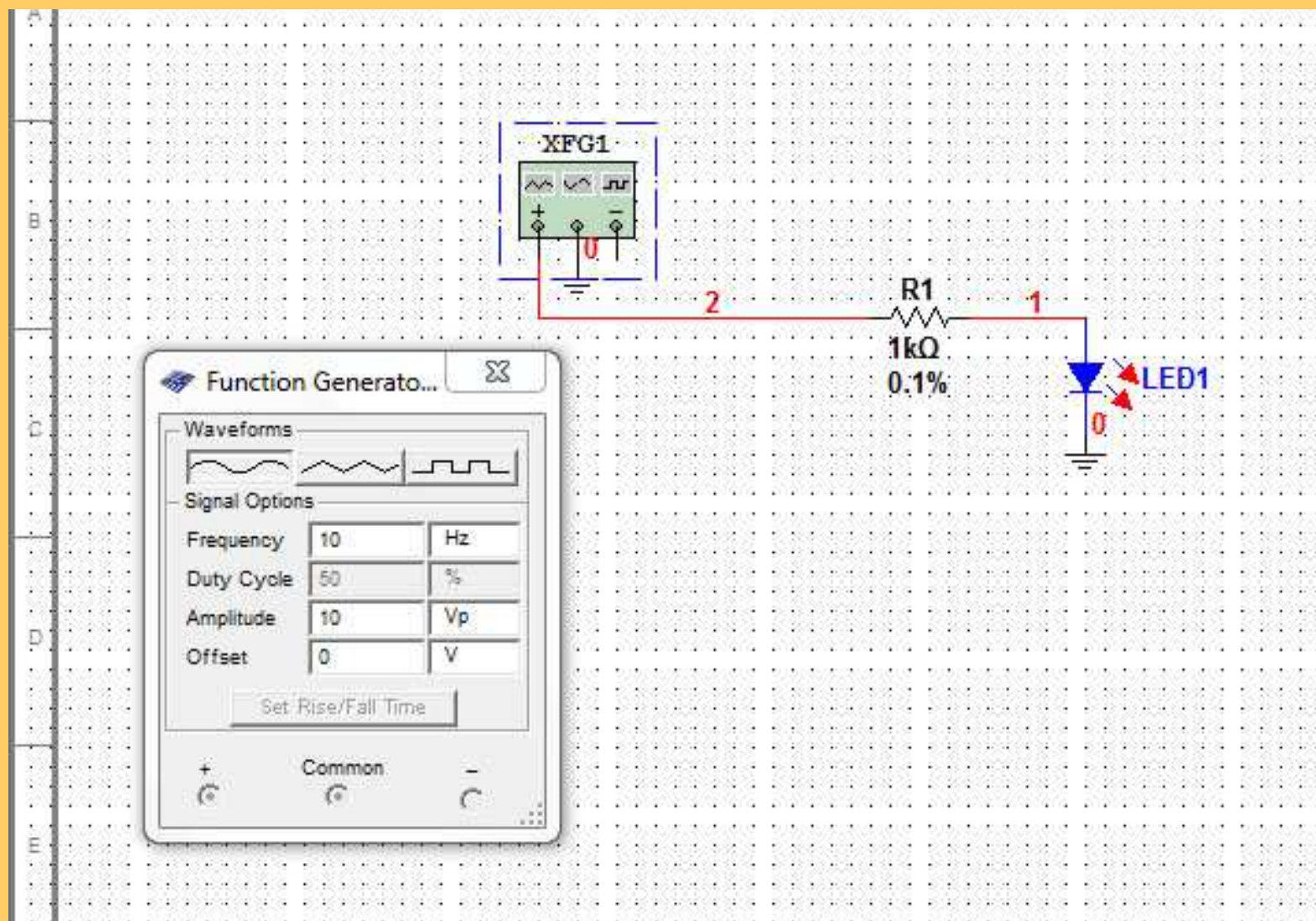


Sporządź układ jak na rysunku



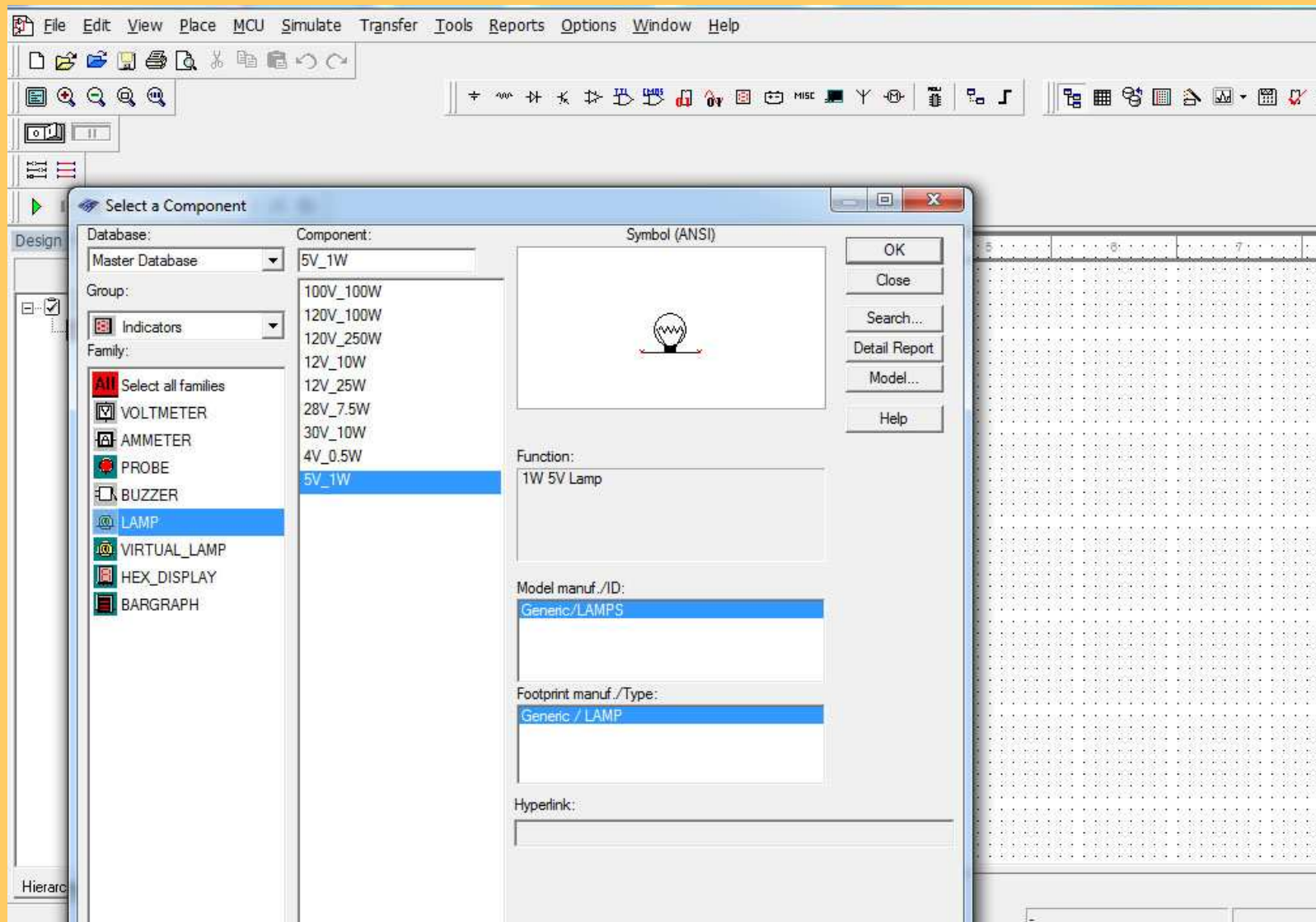
Uruchom symulację





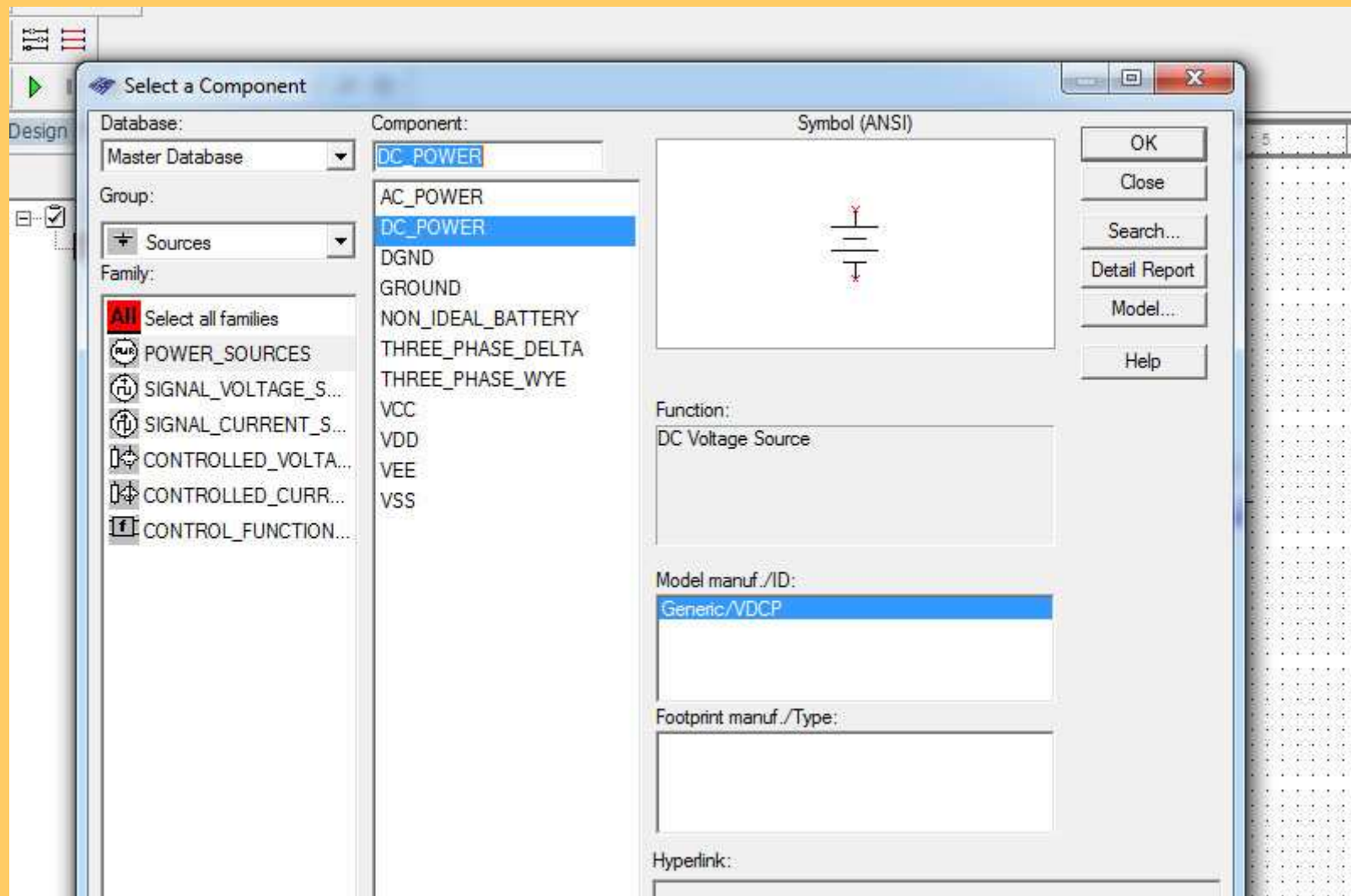
Ustawienie częstotliwości generatora pozwala na zmianę okresu zaświecania i gaszenia diody LED



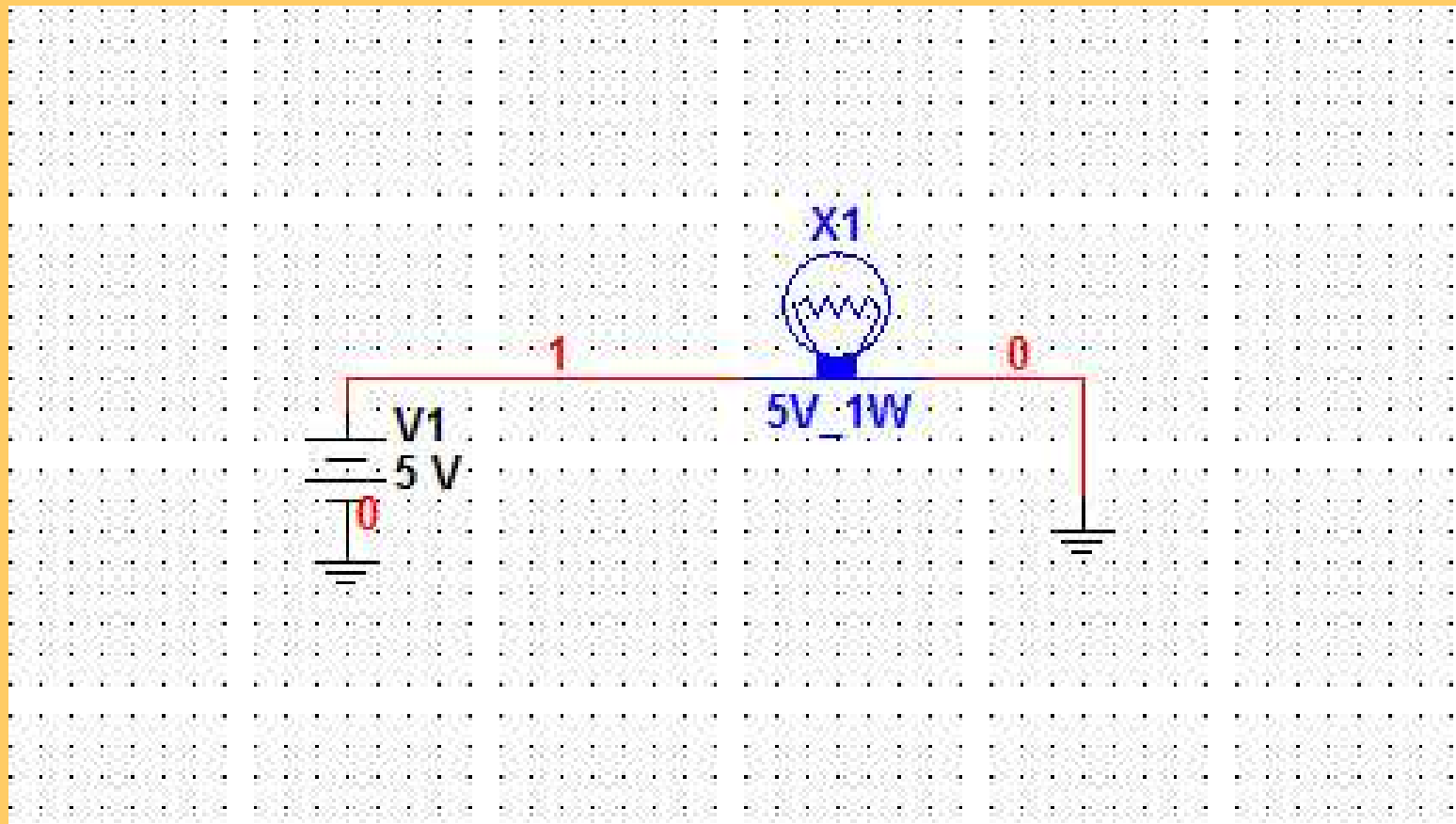


Modele symulacyjne na przykładzie żarówki

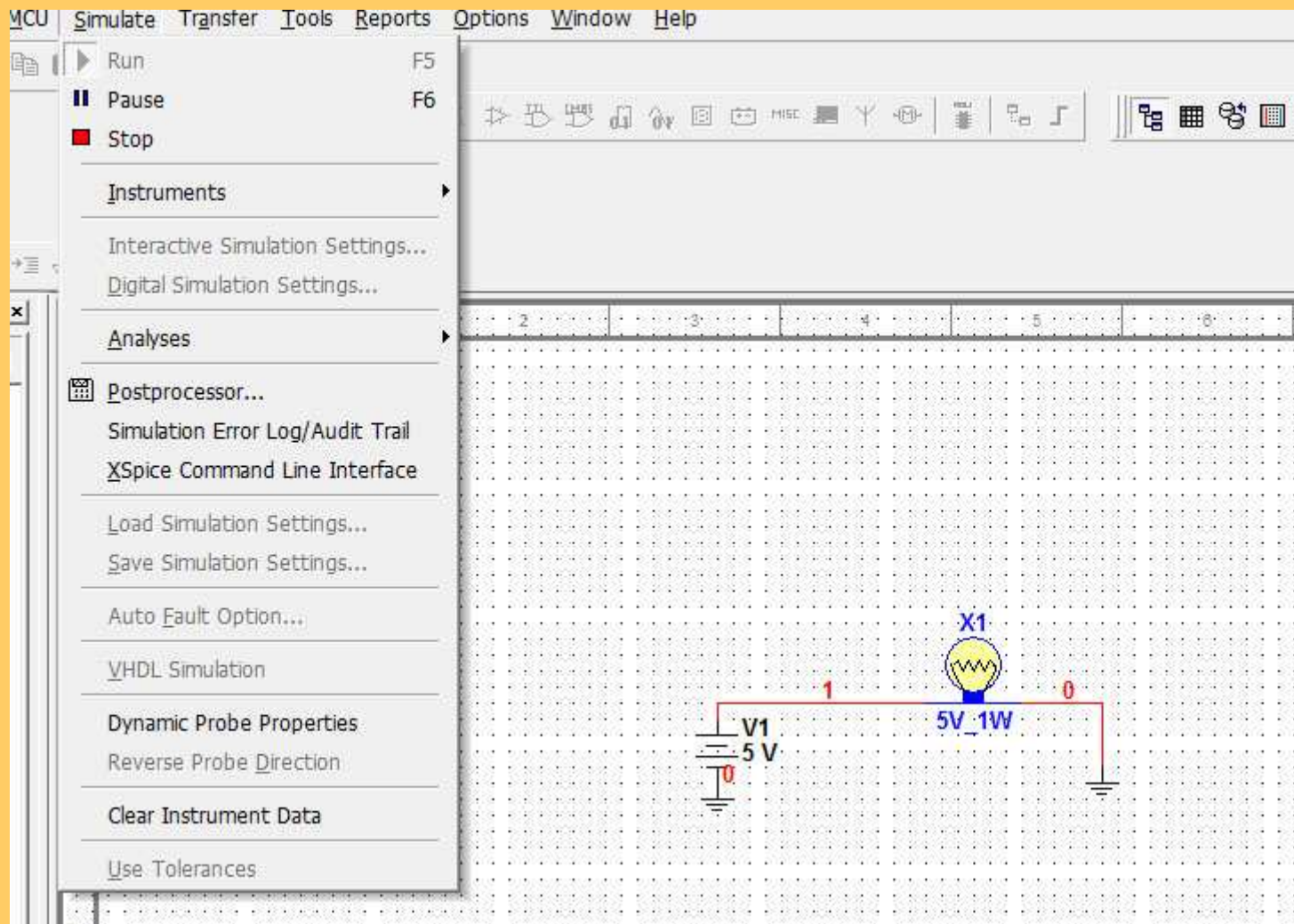
Należy „położyć” model żarówki na napięciu 5V



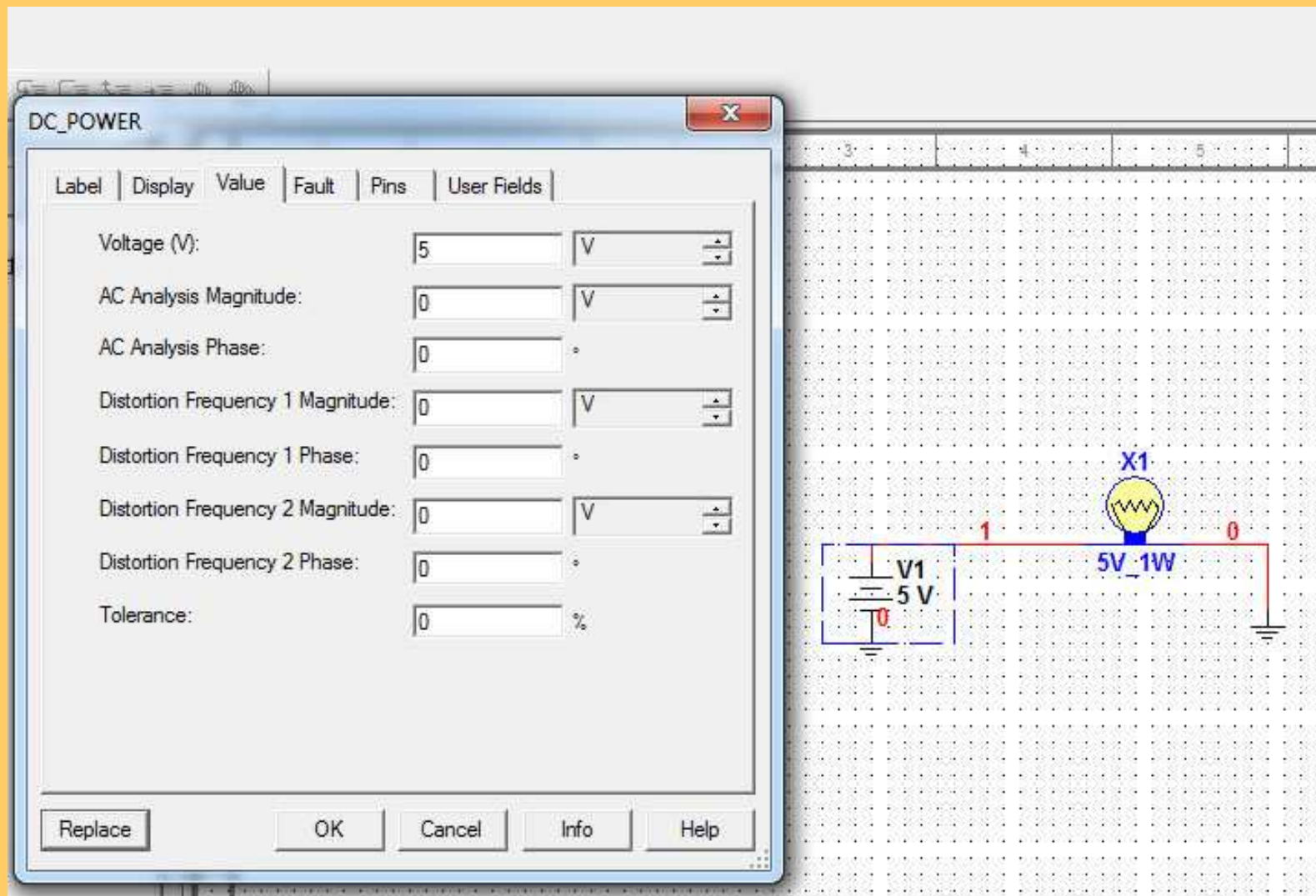
Położyć źródło napięcia stałego DC, a następnie po jego edycji (dwukrotne naciśnięcie lewego klawisza myszy) zmienić napięcie na 5V.



Zbudować układ jak na rysunku

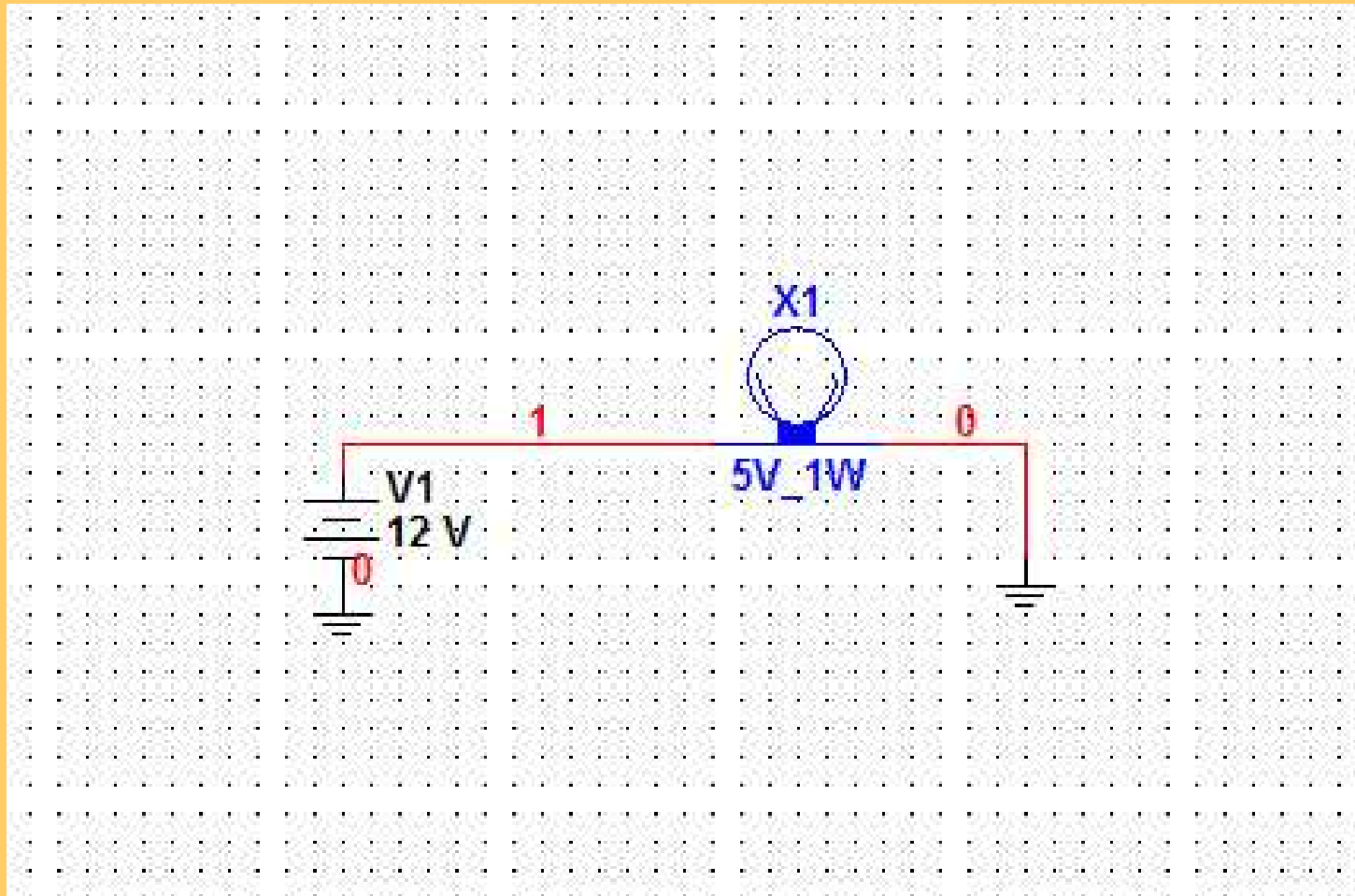


Uruchomić symulację



Po edycji źródła napięcia DC (dwukrotne kliknięcie lewego klawisza)  
zmienić napięcie na 12V





Uruchomić symulację jak w opisie powyżej