

Ćwiczenie U.9.2

Tytuł ćwiczenia

Pomiar rezystancji za pomocą mostka Wheatstone'a

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z zasadą pomiaru oporu elektrycznego w układzie mostka Wheatstone'a.

Krótki opis ćwiczenia:

Uczniowie zestawiają prosty układ Wheatstone'a ze struną oporową, a następnie mierzą rezystancję pojedynczych oporników oraz układu oporów. Wyniki pomiarów porównują z danymi uzyskanymi na mostku fabrycznym.

Wymagana wiedza ucznia:

- Prawo Ohma. Prawa Kirchhoffa.
- Układ mostka Wheatstone'a – wyprowadzenie wzoru na opór mierzony.
- Szeregowe i równoległe łączenie oporów. Opór zastępczy układu.

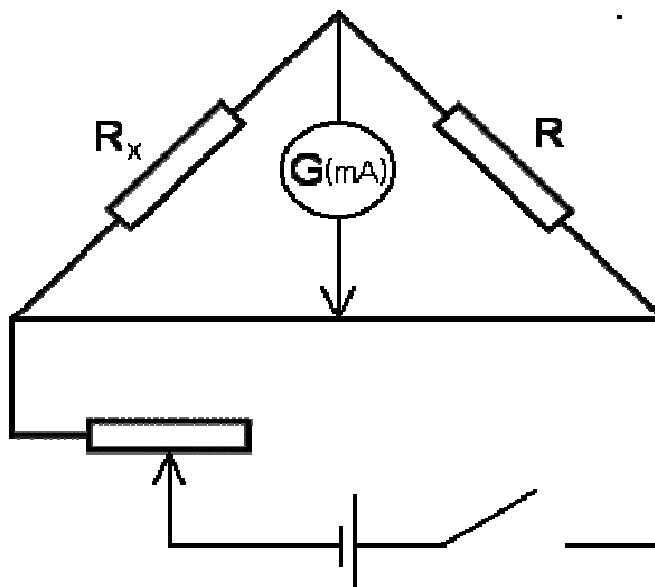
Przyrządy pomiarowe i materiały:

Struna oporowa ze skalą i ślizgaczem, czuły miliamperomierz z zerem pośrodku skali, opornica suwakowa 10 Ω , bateria 4,5V, opór dekadowy, opory nieznane, przerywacz, omomierz cyfrowy.

Wykonanie ćwiczenia:

- Połączyć układ pomiarowy według schematu:

Człowiek – najlepsza inwestycja



- Nastawić opornicę suwakową na średni opór. Zamknąć przerywacz. Przesuwając ślizgacz po strunie oporowej oraz zmieniając wartość rezystancji na oporniku dekadowym R doprowadzić mostek do równowagi (miliamperomierz wskazuje zero) przy położeniu ślizgacza w pobliżu środka struny (najmniejszy błąd pomiaru).
- Uczulić mostek przez zmniejszenie do zera oporu opornicy suwakowej i ewentualnie skorygować położenie ślizgacza. Odczytać długości l_1 i l_2 oraz wartość oporu R gdy mostek jest w równowadze. Obliczyć opór nieznaną R_x :

$$R_x = R \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

- W podobny sposób zmierzyć rezystancję kilku innych oporników, a następnie opór całkowity przy ich połączeniu szeregowym i równoległym.
- Powtórzyć wszystkie pomiary na omomierzu cyfrowym. Porównać uzyskane wyniki z wynikami pomiarów na mostku strunowym.

Literatura:

1. T. Dryński, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, PWN, Warszawa 1972.
2. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna wspomagana komputerem, PWN, 2003.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Ćwiczenie U.9.4

Tytuł ćwiczenia:

Badanie zjawiska histerezy magnetycznej ferromagnetyków.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się ze zjawiskiem histerezy magnetycznej.

Krótki opis ćwiczenia:

Umieszczenie ciała ferromagnetycznego w polu magnetycznym powoduje uporządkowanie domen magnetycznych i wzrost namagnesowania. Po usunięciu pola próbka pozostaje namagnesowana. Stosując zmienne pole magnetyczne można zaobserwować zamkniętą krzywą zwaną pętlą histerezy magnetycznej, z której można odczytać charakterystyczne punkty t.j. indukcję nasycenia, pozostałość magnetyczną, natężenie koercji. Do badania pętli histerezy można wykorzystać oscyloskop, ponieważ odczytywane w układzie napięcie U będzie proporcjonalne do natężenia pola magnetycznego H i indukcji magnetycznej B .

Wymagana wiedza ucznia:

- Pole magnetyczne, wielkości charakteryzujące pole magnetyczne.
- Pole magnetyczne przewodnika z prądem, pole magnetyczne cewki.
- Klasyfikacja i własności magnetyczne ciał.
- Ferromagnetyki, histereza magnetyczna.
- Indukcja elektromagnetyczna, współczynnik indukcji własnej cewki.

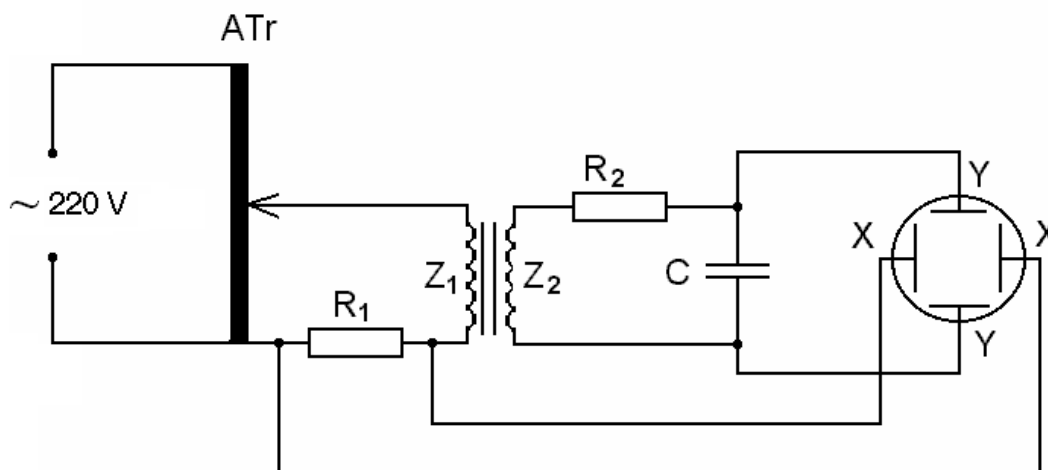
Przyrządy pomiarowe i materiały:

Oscyloskop, autotransformator, dwa oporniki wzorcowe, kondensator wzorcowy, badana próbka materiału ferromagnetycznego z nawiniętymi uzwojeniami, przymiar milimetrowy, miernik napięcia zmiennego.

Wykonanie doświadczenia:

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Wyznaczyć wartość średniej drogi strumienia magnetycznego l_{sr} w rdzeniu wykonanym z badanego materiału ferromagnetycznego, oraz powierzchnię jego przekroju poprzecznego S .
- Zestawić układ pomiarowy według schematu:



Uwaga: oscyloskop (model 3502 C) powinien być przygotowany do pracy w trybie X-Y. W tym celu należy przełączyć pokrętkę TIME/DIV na pozycję X-Y. Na wejście CH-B należy podać sygnał odchylenia poziomego (X) a na wejście CH-A sygnał odchylenia pionowego (Y).

- Włączyć oscyloskop i za pomocą pokręteł przesuwu plamki w kierunku osi x i y oscyloskopu ustawić plamkę dokładnie w środku ekranu, w punkcie przecięcia się osi jego układu współrzędnych.
- Pokrętkę autotransformatora ATr ustawić w lewym skrajnym położeniu. Włączyć zasilanie układu pomiarowego. Rozmagnesować próbkę badanego ferromagnetyka. W tym celu należy dobrać za pomocą autotransformatora wartość napięcia, tak, aby przy odpowiednio dobranych czułościach wzmacniacza X i Y uzyskać na ekranie oscyloskopu pętlę histerezy. Następnie wolno zmniejszać autotransformatorem napięcie do zera.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Przystosować oscyloskop do pomiaru napięć. W tym celu potencjometry płynnej regulacji czułości wzmocnienia kanału X i Y przekręcić na pozycję CAL (do oporu zgodnie z ruchem wskazówek zegara).
- **Ustawić za pomocą autotransformatora wartość napięcia, przy którym na ekranie oscyloskopu otrzymamy pętlę histerezy dostatecznie dużych rozmiarów. Można też skorzystać ze skokowej regulacji czułości kanałów A i B. Pętla histerezy powinna zajmować całą powierzchnię pomiarową oscyloskopu.**
- Odczytać długości odcinków pętli histerezy odpowiadające podwojonej długości natężenia koercji S_x , indukcji remanencji S_y , oraz indukcji nasycenia badanego ferromagnetyka B_{max} . Odnotować czułości k_x i k_y kanałów X i Y oscyloskopu.
- Rozmontować układ do badania pętli histerezy. Wartości oporów R_1 i R_2 , oraz pojemność C kondensatora wzorcowego zmierzyć za pomocą mostka RLC.

Obliczyć wartości:

- natężenia koercji H_k i indukcji remanencji B_r z zależności:

$$H_k = \frac{S_x \cdot k_x \cdot z_1}{2 \cdot R_1 \cdot l_{sr}}, \quad B_r = \frac{S_y \cdot k_y \cdot R_2 \cdot C}{2 \cdot z_2 \cdot S},$$

gdzie: k_x i k_y są czułościami kanałów X i Y oscyloskopu, z_1 i z_2 ilościami zwojów uzwojeń: pierwotnego i wtórnego.

- wartość współczynnika dobroci badanego materiału ferromagnetycznego

$$Q = B_r \cdot H_k$$

Literatura:

1. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
2. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1980.
3. A, H. Piekara, *Elektryczność i budowa materii. cz. 1, Elektryczność i magnetyzm*, PWN Warszawa 1972.
4. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka, cz. 2*, PWN, Warszawa 2001.

Ćwiczenie U.9.6

Tytuł ćwiczenia:

Indukcyjność własna i pojemność w obwodach prądu przemiennego.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z zależnościami fazowymi i ze zjawiskiem rezonansu w obwodach RLC.

Krótki opis ćwiczenia:

Podczas przepływu prądu przemiennego przez obwód zawierający oporniki, kondensatory i cewki między napięciem i natężeniem prądu powstaje przesunięcie fazowe zależne od oporu R , pojemności C i indukcyjności własnej L . Wielkość przesunięcia fazowego można zaobserwować na oscyloskopie dwukanałowym. Mierząc kąt przesunięcia fazowego można określić wartość parametrów C i L dla różnych kondensatorów i cewek. W oparciu o otrzymane wartości C i L można otrzymać częstotliwość rezonansową obwodu i sprawdzić ją na oscyloskopie.

Wymagana wiedza ucznia:

- Prąd sinusoidalnie zmienny, wartość skuteczna i szczytowa napięcia i natężenia prądu.
- Rola indukcyjności i pojemności w obwodach prądu zmiennego.
- Zależności amplitudowe i fazowe między napięciem i natężeniem prądu w obwodach RL, RC, RLC.
- Zjawisko rezonansu, częstotliwość rezonansowa.

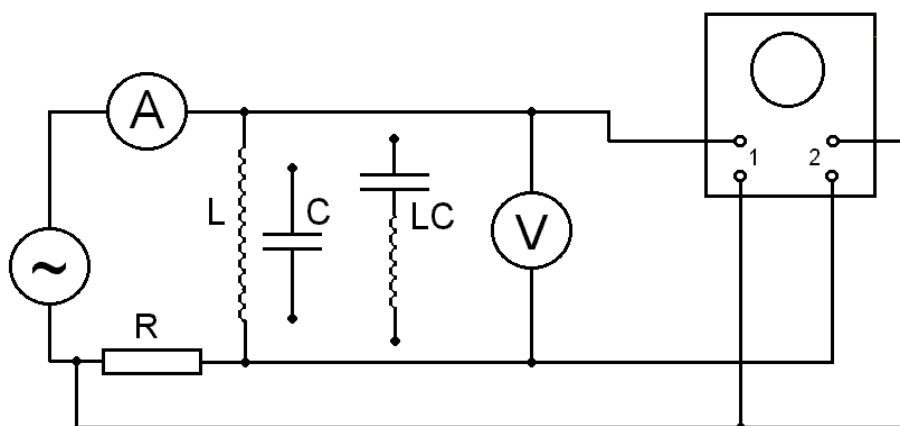
Przyrządy pomiarowe i materiały:

oscyloskop dwukanałowy, opornica dekadowa, kondensator, zwojnica, generator, 2 mierniki uniwersalne.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Wykonanie doświadczenia:

- Zestawić szeregowy obwód z indukcyjnością, oporem i źródłem sinusoidalnej siły elektromotorycznej.



- Za pomocą woltomierza i amperomierza zmierzyć spadek napięcia U na zaciskach cewki i prąd I w obwodzie. Zanotować częstotliwość f ustawioną na generatorze. Obliczyć indukcyjność zwojnicy

$$L = \frac{U}{2\pi \cdot f \cdot I}$$

- Na ekranie oscyloskopu dwukanałowego zmierzyć przesunięcie fazowe ϕ między napięciem i natężeniem. Znając wartość oporności R na oporniku dekadowym obliczyć indukcyjność zwojnicy

$$L = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \phi}{2\pi \cdot f}$$

Porównać wyniki otrzymane obiema metodami.

- W obwodzie zastąpić zwojnicę kondensatorem. Dokonać pomiaru pojemności kondensatora dwiema metodami jak przy pomiarze indukcyjności, korzystając z wzorów

$$C = \frac{I}{2\pi \cdot f \cdot U}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R \cdot \operatorname{tg} \phi}$$

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Zestawić analogiczny obwód z pojemnością i indukcyjnością połączonymi szeregowo. Z danych otrzymanych z poprzednich pomiarów obliczyć częstotliwość rezonansową obwodu:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} .$$

Sprawdzić otrzymaną wartość częstotliwości rezonansowej obserwując zależności fazowe i amplitudowe na oscyloskopie i miernikach.

Literatura:

1. E. M. Purcell, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1975
2. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
3. Sz. Szczęniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1980.
4. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka, cz. 2*, PWN, Warszawa 2001.
5. J. Orear, *Fizyka cz.1*. WNT Warszawa 1990.

Ćwiczenie U.9.8

Tytuł ćwiczenia:

Badanie transformatora.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z budową i zasadą działania transformatora.

Krótki opis ćwiczenia:

Transformator składa się z dwóch uzwojeń, umieszczonych na wspólnym metalowym rdzeniu. Do jednego uzwojenia (pierwotnego) przykłada się zmienne napięcie i bada się zależności napięcia indukowanego w drugim uzwojeniu (wtórnym) oraz płynącego w nim prądu od liczby zwojów obu uzwojeń, napięcia i prądu w uzwojeniu pierwotnym. W oparciu o otrzymane wyniki można obliczyć wydajność transformatora.

Wymagana wiedza ucznia:

- Transformator, budowa i zasada działania.
- Bieg jałowy i roboczy transformatora.
- Przesunięcie fazowe napięcia i natężenia prądu w czasie biegu jałowego i roboczego transformatora.
- Wydajność transformatora.

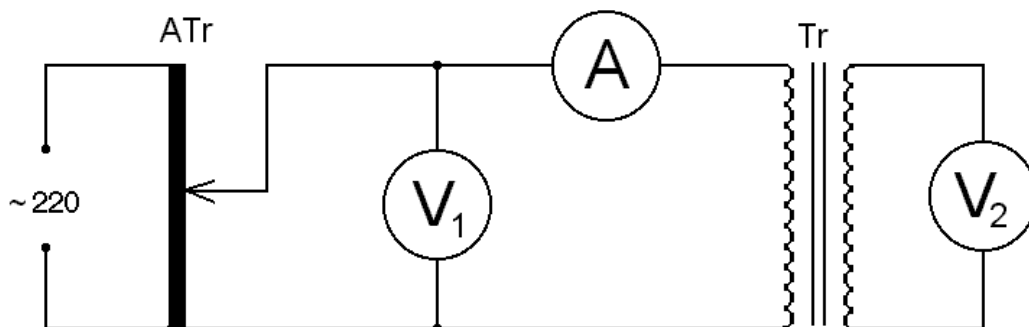
Przyrządy pomiarowe i materiały:

autotransformator, 2 woltomierze, 2 amperomierze, 2 watomierze, opornica suwakowa, transformator.

Wykonanie doświadczenia:

Badanie biegu jałowego transformatora. Wyznaczanie jego przekładni.

- Połączyć obwód według schematu:



- Zmieniając napięcie U_1 od 0 do 30 V (**nie więcej**) odczytać każdorazowo natężenie I_0 jałowego biegu transformatora i napięcie U_2 w obwodzie wtórnym (około 8-10 pomiarów). Wyniki umieścić w tabelce:

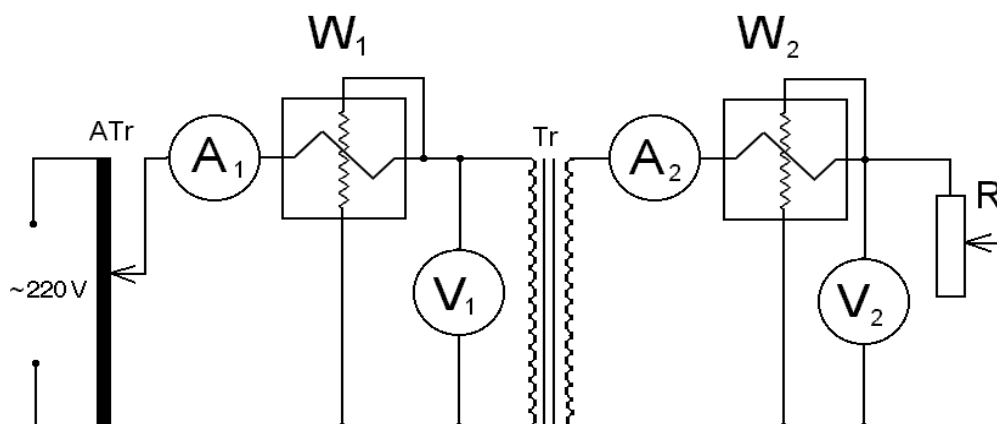
Obwód pierwotny		Obwód wtórny	Przekładnia	Wartość średnia przekładni
U_1	I_0	U_2	U_1/U_2	-

- Sporządzić wykres zależności $I_0 = f(U_1)$ i obliczyć przekładnię transformatora $\frac{U_1}{U_2}$.

Badanie biegu roboczego:

- Połączyć obwód według schematu:

Człowiek – najlepsza inwestycja



- Opór R wyregulować tak, aby miał maksymalną wartość.
- Zmieniając opór R, tak aby natężenie I_1 zmieniło się o około 1 A, notować wskazania amperomierzy, woltomierzy, watomierzy.
- Wyniki umieścić w tabelce:

Obwód pierwotny					Obwód wtórny					Wydajność transformatora
U_1	I_1	$M_{p1}=I_1U_1$	$M_{r1}=I_1U_1\cos\phi_1$	$\cos\phi_1$	U_2	I_2	$M_{p2}=U_2I_2$	$M_{r2}=I_2U_2\cos\phi_2$	$\cos\phi_2$	

gdzie: M_p - moc pozorna

M_r - moc rzeczywista

- Sporządzić wykres zależności $U_2=f(I_2)$ napięcia wtórnego od natężenia wtórnego.
- Obliczyć:
 - a) moc pozorną uzwojenia pierwotnego i wtórnego: $M_{p1} = I_1 \cdot U_1$, oraz $M_{p2} = I_2 \cdot U_2$
 - b) wydajność transformatora dla poszczególnych obciążeń: $W = \frac{I_2 \cdot U_2}{I_1 \cdot U_1}$

Człowiek – najlepsza inwestycja

c) wyznaczyć przesunięcie fazowe między napięciem i natężeniem prądu w uzwojeniu

pierwotnym i wtórnym: $\cos \varphi_1 = \frac{M_{r1}}{M_{p1}}, \cos \varphi_2 = \frac{M_{r2}}{M_{p2}} .$

Literatura:

1. E.M. Purcell, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN Warszawa 1975.
2. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN Warszawa 1999.
3. Sz. Szczęniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN Warszawa 1980.
4. A, H. Piekara, *Elektryczność i budowa materii. cz. 1, Elektryczność i magnetyzm*, PWN Warszawa 1972.

Ćwiczenie U.9.10

Tytuł ćwiczenia:

Badanie zjawiska fotoelektrycznego.

Cel ćwiczenia:

Zbadanie charakterystyk: prądowo-napięciowej i oświetleniowej fotokomórki oraz fotodiody przy polaryzacji zaporowej.

Krótki opis ćwiczenia:

Oświetlając fotoelementy (fotokomórkę lub fotodiode) umożliwiamy przepływ prądu przez obwód. Wartość obserwowanego natężenia prądu będzie zależała od przyłożonego napięcia i od natężenia oświetlenia. Zmieniając przyłożone napięcie można sporządzić charakterystyki prądowo-napięciowe fotokomórki i fotodiody w zależności od natężenie oświetlenia i odległość źródła światła od fotoelementów.

Wymagana wiedza ucznia:

- Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne- wzór Einsteina-Milikana.
- Fotoefekt wewnętrzny.
- Zjawisko fotoelektryczne w warstwach zaporowych.
- Fotokomórka. Charakterystyka prądowo-napięciowa i oświetleniowa fotokomórki.

Przyrządy pomiarowe i materiały:

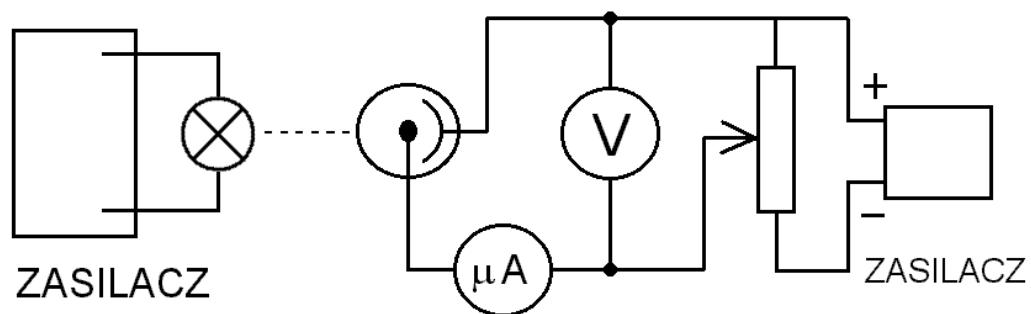
fotokomórka, fotodioda, zasilacz prądu stałego, zasilacz do lampy, opornica, łąwa optyczna, mikroamperomierz, woltomierz.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Wykonanie doświadczenia:

Sporządzanie charakterystyki prądowo-napięciowej fotokomórki gazowanej.

- Połączyć układ pomiarowy według schematu:



- Fotokomórkę i źródło światła ustawić na ławie optycznej w odległości: 0,4 - 0,9 m. Źródło światła powinno być punktowe, dlatego otworek oświetlacza nie może być szeroko otwarty.
- Wyzerować mikroamperomierz. Oświetlić fotokomórkę. Zmieniając napięcie przyspieszające U od 0 do 75 V przy pomocy pokrętki regulacji płynnej odczytywać wskazania mikroamperomierza (I_f).
- Powtórzyć pomiary $I_f=f(U)$ przy dwu innych, ustalonych odległościach źródła światła od fotokomórki.

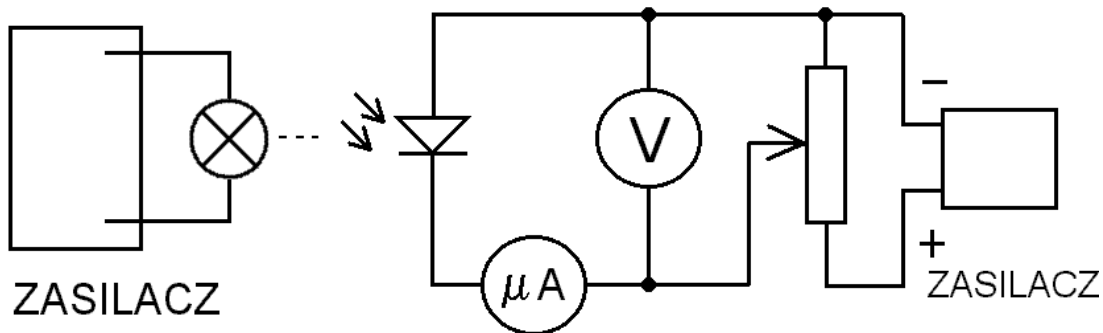
Sporządzanie charakterystyk oświetleniowych fotokomórki gazowanej.

- Ustalić wartość napięcia przyspieszającego między elektrodami.
- Zmieniać odległość L źródła światła od fotokomórki przesuując żarówkę po ławie optycznej. Odczytać wartości fotoprądu I_f odpowiadające danym odległościom pomiędzy fotokomórką, a źródłem światła.
- Pomiary powtórzyć dla 3-5 ustalonych wartości napięcia przyspieszającego między elektrodami.
- Sporządzić wykresy $I_f=f(1/L^2)$.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Wyznaczanie charakterystyk prądowo- napięciowych fotodiody.

- Zestawić układ według schematu:



- Wyznaczyć charakterystyki prądowo-napięciowe fotodiody postępując analogicznie jak dla fotokomórki. Wartość U nie powinna przekraczać 30 V.

Wyznaczanie charakterystyk oświetleniowych fotodiody.

- Dokonać pomiaru charakterystyki oświetleniowej analogicznie jak dla fotokomórki.

- Sporządzić wykresy: $I_f = f\left(\frac{1}{L^2}\right)$.

Literatura:

1. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1980.
2. E. Purcell *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1975.
3. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
4. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka, cz. 2*, PWN, Warszawa 2001.
5. J. Orear, *Fizyka cz.2*. WNT Warszawa 1990.