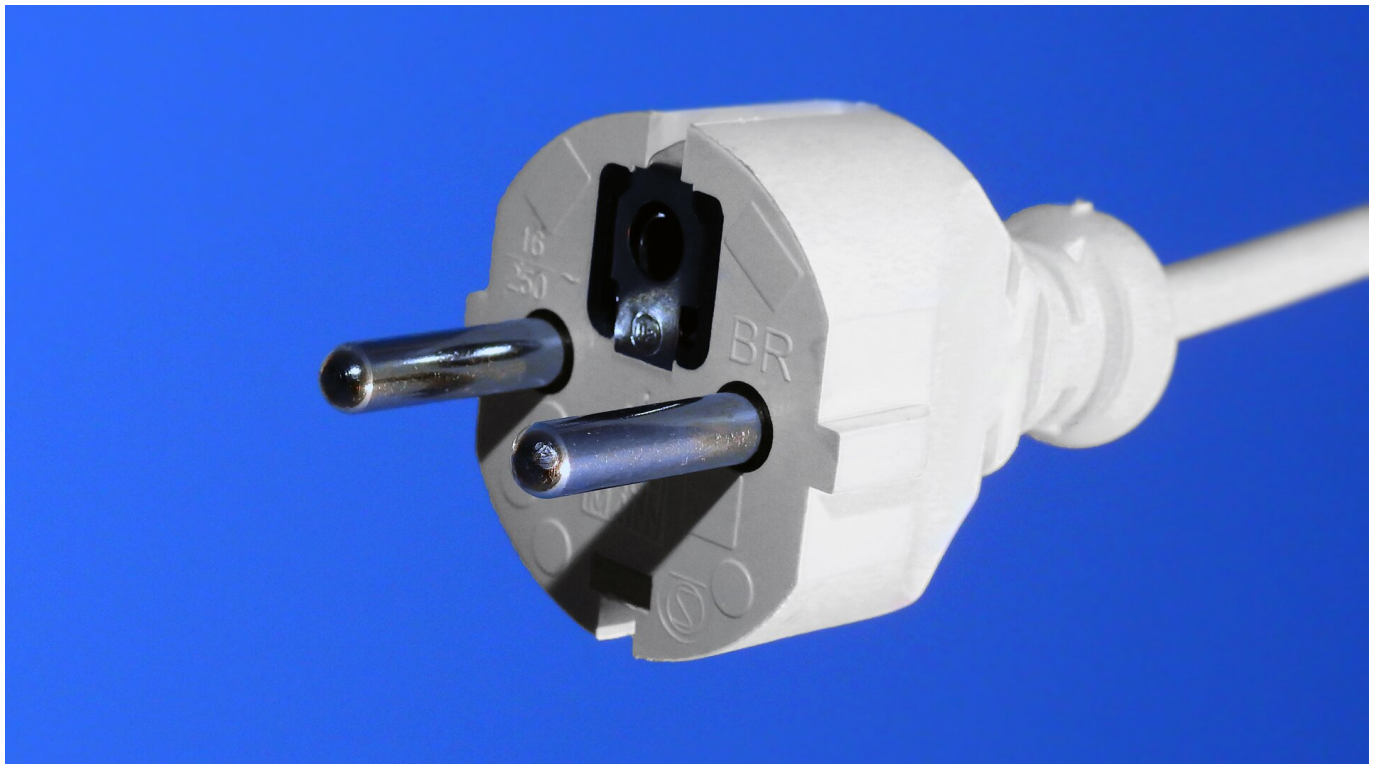




Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowoprądowy?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowoprądowy?

Czy to nie ciekawe?

Wyłącznik różnicowoprądowy, czasami zwany potocznie bezpiecznikiem przeciwporażeniowym, pełni kluczową rolę w ochronie ludzi obsługujących urządzenia podłączone do instalacji elektrycznej przed porażeniem prądem. Warto więc zrozumieć zasadę jego działania. Szczególnie, że jest to bardzo pomysłowe urządzenie. Zapraszamy do zapoznania się ze szczegółami przedstawionymi w tym e-materiale.

Twoje cele

- poznasz zasadę działania wyłącznika różnicowoprądowego,
- zrozumiesz rolę, jaką pełni on w domowej instalacji elektrycznej,
- przeanalizujesz zasadę działania wyłącznika pod kątem zachodzących w nim procesów fizycznych i zabezpieczenia człowieka przed porażeniem prądem,
- zastosujesz poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów.

Przeczytaj

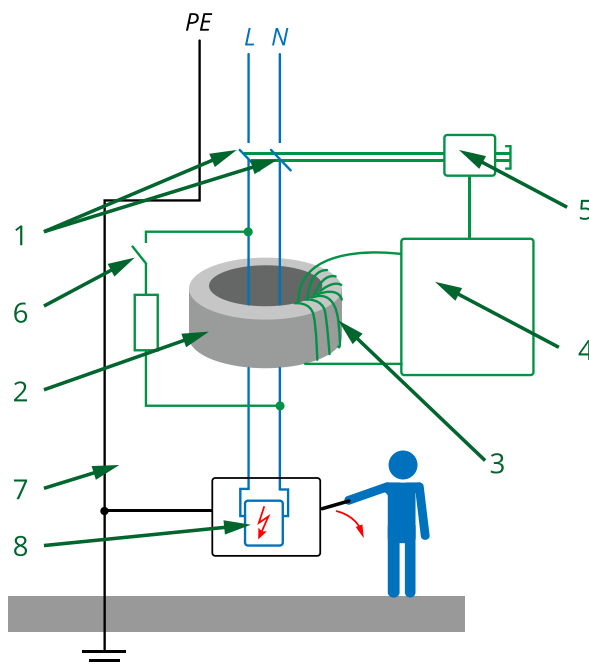
Warto przeczytać

Wyłącznik różnicowoprądowy montuje się w instalacji elektrycznej po to, by zabezpieczyć ludzi przed porażeniem prądem. Jego wygląd zewnętrzny przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1. Wyłącznik różnicowoprądowy. Reaguje na różnicę prądu wpływającego i wypływającego o wartości powyżej 30 mA.

Budowę wyłącznika różnicowoprądowego obrazuje Rys. 2.



Rys. 2. Budowa wyłącznika różnicowoprądowego.

Na powyższym rysunku zastosowano następujące oznaczenia:

1. styki przewodów, w których płynie prąd,
2. pierścień ferromagnetyczny, przez który przechodzą przewody,
3. uzwojenie, w którym indukuje się prąd,
4. przekaźnik sygnału,
5. zamek rozwierający styki,
6. przycisk do testowania wyłącznika podczas pracy.

Elementy na zewnątrz wyłącznika:

7. przewód ochronny (uziemiający),
8. odbiornik.

Istota działania wyłącznika opiera się na następującej zasadzie: jeżeli prąd elektryczny wpływa do instalacji jednym przewodem, to taki sam musi z instalacji wypływać drugim przewodem. Wynika to z zasady zachowania ładunku elektrycznego i pierwszego prawa Kirchhoffa. Jeśli natomiast oba te natężenia prądów nie są sobie równe, to znaczy, że prąd wypływa z instalacji do ziemi, na przykład przez człowieka obsługującego instalację. Wtedy należy natychmiast wyłączyć zasilanie. Wyłączniki reagują, gdy wartość wypływającego prądu przekroczy 30 mA. Taka dawka nie jest groźna dla życia i zdrowia ludzi.

Tak, jak pokazano na Rys. 2., dwa przewody, jeden **fazowy** (L), drugi neutralny (N), przechodzą przez pierścień (2) z materiału, który bardzo łatwo magnesuje się. Przewody wytwarzają wokół siebie pole magnetyczne, docierające do pierścienia i zwielokrotniane w nim. Dopóki suma geometryczna tych prądów równa się zero (taki sam prąd płynie i w jedną i w drugą stronę), dopóty pola magnetyczne pochodzące od obu tych przewodów znoszą się. Jeśli jednak prąd wypłynie z obwodu, oba natężenia nie będą już takie same i równowaga prądów oraz wytwarzanych przez nie pól magnetycznych zostanie zachwiana. W pierścieniu nagle pojawi się pole magnetyczne, co spowoduje powstanie prądu indukcyjnego w okalającym go uzwojeniu (3). Impuls dociera do przekaźnika (4), który uruchamia zamek (5) mechanicznie rozwierający styki (1). Zasilanie zostaje odcięte, a ludzie są już bezpieczni.

Każdy wyłącznik posiada przycisk do testowania jego działania. Jest to połączenie poprzez opornik jednego z przewodów przed pierścieniem z drugim przewodem za pierścieniem. Prąd płynący przez to połączenie będzie więc omijał pierścień. Równowaga natężeń prądów przechodzących przez pierścień będzie zachwiana. Jeżeli wyłącznik działa prawidłowo, powinno się więc wydarzyć wszystko to, co opisaliśmy powyżej. Dla własnego bezpieczeństwa urządzenie należy testować raz na miesiąc.

Słowniczek

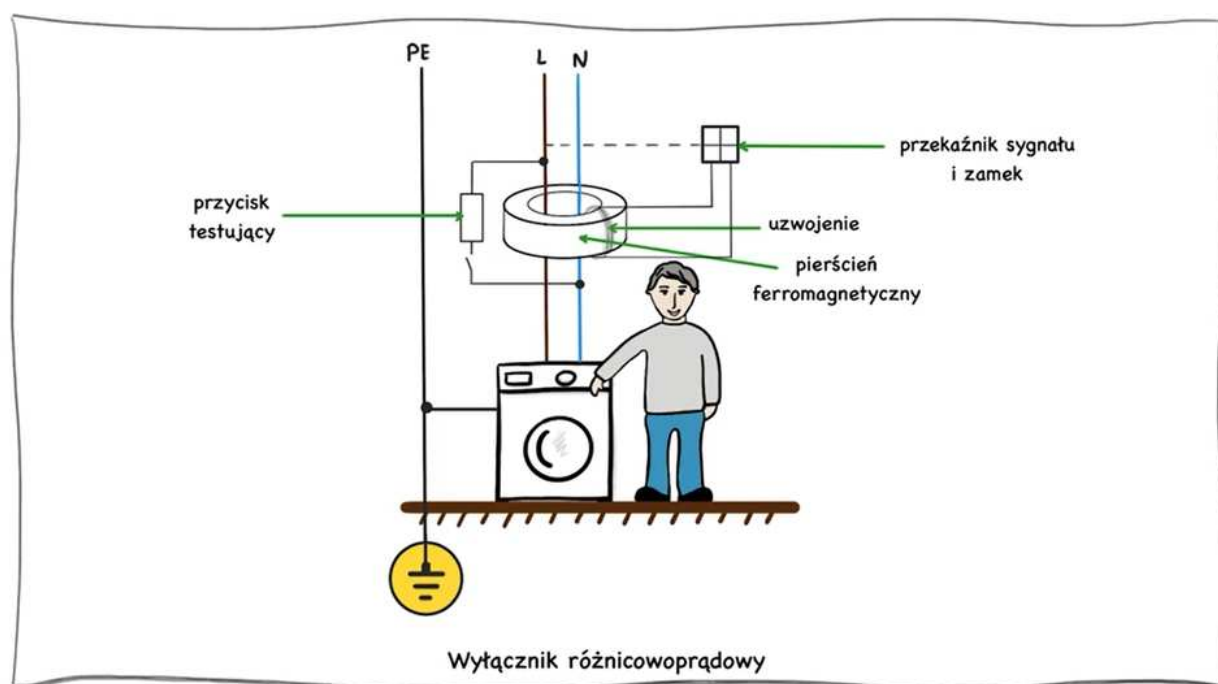
Przewód fazowy

(ang.: *phase wire*) – w elektrotechnice: przewód zasilający, w którym panuje napięcie elektryczne (względem przewodu neutralnego). W przypadku prądu trójfazowego są trzy takie przewody, w których napięcie ma różny przebieg w czasie (jest przesunięte w fazie).

Film samouczek

Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowoprądowy

Film samouczek pokazuje przebieg procesów zachodzących w wyłączniku różnicowoprądowym. Początkowo widzimy wyłącznik różnicowoprądowy w sytuacji bezawaryjnej pracy instalacji elektrycznej. Gdy pojawia się przebiecie, które mogłoby doprowadzić do porażenia człowieka prądem, uruchamia się ciąg procesów, które doprowadzają do wyłączenia zasilania. Animacja przedstawia je wszystkie w zwolnionym tempie. Dzięki temu każdy może zrozumieć, jak działa wyłącznik różnicowoprądowy.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R12XKRhH2fWEL>

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Czy zaprezentowane w filmie samouczku przewody wytwarzają wokół siebie pole magnetyczne, jeśli płynie w nich prąd (zaznacz wszystkie prawidłowe stwierdzenia)?

- ☐ Nie, przewody z prądem nie wytwarzają pola magnetycznego.
- ☐ Tak, każdy przewód wytwarza wokół siebie wirowe pole magnetyczne.
- ☐ Tak, zwroty tych pól zależą od kierunku, jakim płynie prąd.
- ☐ Tak, pola od przewodów nie znoszą się.
- ☐ Tak, ale pola te są przeciwne i znoszą się.

Polecenie 2

Jak nazywa się zjawisko fizyczne, które odpowiada za powstanie prądu w uzwojeniu nawiniętym na pierścień?

- ☐ indukcja elektromagnetyczna
- ☐ fala elektromagnetyczna
- ☐ interferencja
- ☐ indukcja magnetyczna

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tekst opisu działania wyłącznika różnicowoprądowego, używając zamieszczonych poniżej wyrazów.

Odpowiedź:

Wyłącznik różnicowoprądowy ma za zadanie ochronić obsługujące urządzenia przed prądem, przez wyłączenie zasilania w przypadku awarii. Zawiera , przez który przechodzą przewody i odprowadzające prąd z instalacji elektrycznej, którą należy zabezpieczyć. Gdy prądy wpływające i są sobie równe, ich pola znoszą się. Jeśli nastąpi awaria i upływ prądu poza , prąd powracający będzie , a więc pól magnetycznych nie będzie . Powstające w pierścieniu pole magnetyczne prąd w nawiniętym na pierścień. Sygnał ten trafia do , który uruchamia urządzenie wyłączające instalacji.

wpływające

zasilanie

indukuje

osoby

instalację

równowaga

elektryczne

uzwojeniu

porażeniem

przełącznika

zachowana

mniejszy

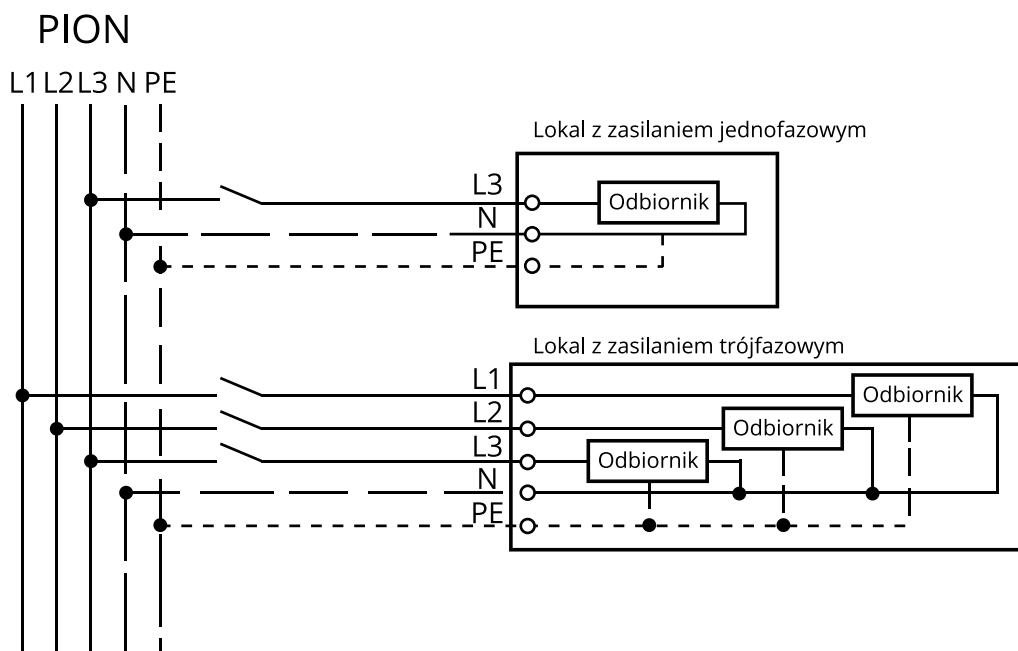
magnetyczne

instalacji

pierścień

doprowadzające

Zadania 2 – 4 dotyczą funkcjonowania wyłącznika różnicowoprądowego w domowej instalacji elektrycznej zasilanej prądem trójfazowym.



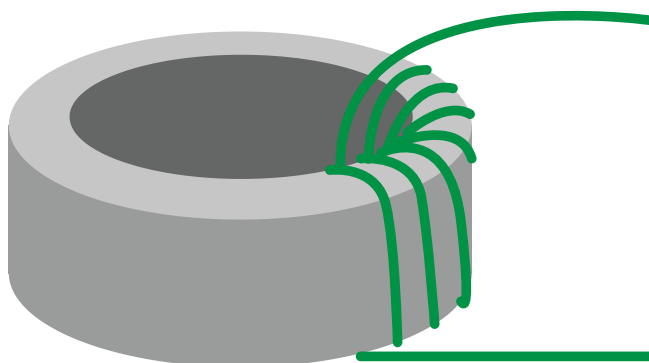
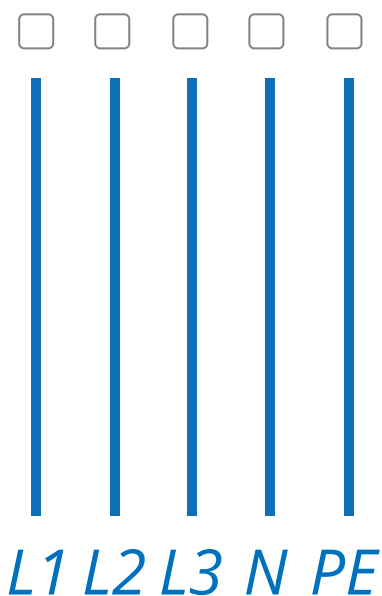
Instalacje elektryczne lokali w budynkach wielorodzinnych zasilane są prądem jednofazowym lub trójfazowym. Schemat doprowadzenia zasilania i podłączania odbiorników w obu przypadkach pokazany jest na powyższym rysunku. Litery oznaczają: L1, L2, L3 – pierwsza, druga lub trzecia faza, N – przewód neutralny, PE – przewód ochronny (uziemiający). Przeanalizuj te połączenia i zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi dla prawidłowo działających instalacji. Natężenia prądu oznaczono literą I .

- ☐ W instalacji trójfazowej: $I_{L2} = I_N$
- ☐ W instalacji trójfazowej: $I_{L3} = I_N$
- ☐ W instalacji trójfazowej: $I_{L1} = I_N$
- ☐ W instalacji trójfazowej: $I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} = I_N$
- ☐ W instalacji jednofazowej: $I_{L3} = I_N$

Ćwiczenie 3



Opierając się na rozwiązaniu poprzedniego zadania zaznacz te przewody, które powinny przechodzić przez pierścień wyłącznika różnicowoprądowego przeznaczonego do instalacji trójfazowej.



Ćwiczenie 4



Wartości natężenia prądów w poszczególnych przewodach instalacji trójfazowej, przechodzących przez pierścień wyłącznika różnicowoprądowego tak, jak w poprzednim zadaniu, wynoszą: $I_{L1} = 5,36 \text{ A}$, $I_{L2} = 3,12 \text{ A}$, $I_{L3} = 17,68 \text{ A}$, $I_N = 26,14 \text{ A}$. Czy wyłącznik różnicowoprądowy wyłączy zasilnie? Zaznacz prawidłową odpowiedź oraz przygotuj uzasadnienie, które porównaj potem z rozwiązaniem.

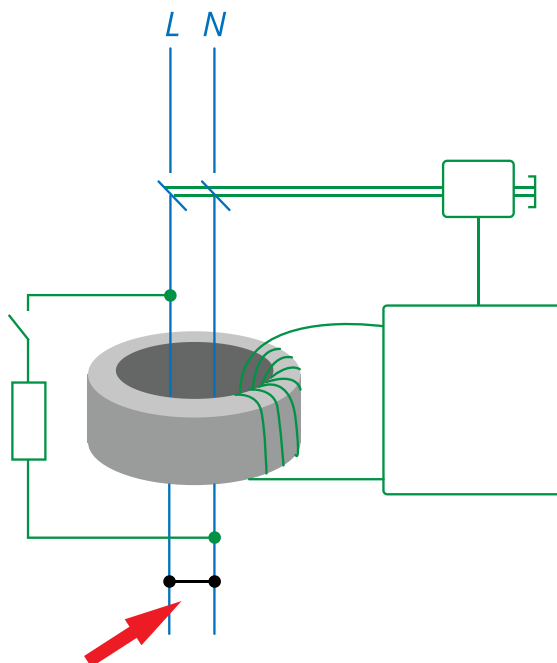
☐ Nie

☐ Tak

Ćwiczenie 5



W instalacji elektrycznej nastąpiło zwarcie, polegające na połączeniu przewodów L i N tak, jak na rysunku. Czy wyłącznik różnicowoprądowy wyłączy zasilanie? Uzasadnij swoją odpowiedź i porównaj z naszą propozycją.



Ćwiczenie 6



Jaka musi być wartość opornika w układzie testowania wyłącznika różnicowoprądowego, aby różnica natężeń prądów w przewodach wewnątrz pierścienia była równa 30 mA? Wynik podaj w kiloomach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: k Ω

Ćwiczenie 7



Rozważmy instalację, która nie posiada uziemiającego przewodu ochronnego. W takiej instalacji bolce ochronne w gniazdach połączone są z przewodem neutralnym, a we wtyczkach - z obudowami urządzeń elektrycznych. Wiedząc, jak działa wyłącznik różnicowoprądowy, odpowiedz na pytanie: Czy ochroni on ludzi przed porażeniem prądem w rozważanej instalacji?



Nie, w przypadku zwarcia przewodu fazowego do obudowy przez przewód neutralny będzie płynął prąd o takim samym natężeniu, jak przez przewód fazowy.



Tak, zadaniem tego wyłącznika jest ochrona ludzi przed porażeniem prądem w każdej instalacji.



Nie, natężenie prądu zwarcia jest zbyt duże, by uruchomić wyłącznik różnicowoprądowy.



Tak, w przypadku zwarcia przewodu fazowego do obudowy przez przewód neutralny będzie płynął dużo mniejszy prąd, niż przez przewód fazowy.

Ćwiczenie 8



Czy wyłącznik różnicowoprądowy ochroni przed porażeniem prądem człowieka, który dotknie jednocześnie dwóch dziurek w gnieździe elektrycznym znajdującym się pod napięciem? Porównaj swoją odpowiedź z naszą propozycją.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowoprądowy?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;

15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VII. Prąd elektryczny. Uczeń:

5) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;

19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:

11) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśnia zasadę działania wyłącznika różnicowoprądowego, 2. tłumaczy, jaką rolę pełni on w domowej instalacji elektrycznej, 3. analizuje zasadę działania wyłącznika pod kątem zachodzących w nim procesów fizycznych i zabezpieczenia człowieka przed porażeniem prądem.
Strategie nauczania	gamifikacja
Metody nauczania	wykład ilustrowany animacją, teleturniej
Formy zajęć:	praca indywidualna, praca w grupach
Środki dydaktyczne:	animacja, zestaw zadań
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowoprądowy?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Zaciekawienie uczniów według części „Czy to nie ciekawe?”. Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji.	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel (a jeśli to możliwe – jeden z wytypowanych wcześniej uczniów) prowadzi mini wykład. Na tle pokazywanej partiami animacji tłumaczy, jak działa wyłącznik różnicowoprądowy. Do przygotowania się może użyć części „Warto przeczytać”. Po skończeniu wykładu uczniowie zadają pytania, a prowadzący odpowiada na nie. Uczniowie dzielą się na 5 grup. Każda z nich gra rolę jednego uczestnika teleturnieju „Jeden z dziesięciu”, nazwanego na potrzeby lekcji „Jeden z pięciu”. Prowadzący (nauczyciel) zadaje pytanie, a uczestnicy (grupy) mają 5 sekund na odpowiedź. Na pierwsze pytanie odpowiada ten, kto pierwszy się zgłosił. Następnego odpowiadającego wyznacza ten, kto prawidłowo odpowiedział na swoje pytanie. Błędna odpowiedź eliminuje z gry, prawidłowa oznacza przyznanie punktu. Wygrywa ten z pozostałych w grze uczestników, który uzyskał najwięcej punktów. Pytaniami są zadania zamieszczone w e-materiale. W razie potrzeby można użyć zadań z e-materiału „Zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych w sieci domowej” lub wymyślać własne.

Faza podsumowująca:

Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy (jakiej i kiedy). W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przeglądając e-materiał.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Animacja może być także użyta jako materiał pomocniczy przy realizacji tematów dotyczących indukcji elektromagnetycznej.