

Światła choinkowe - połączone szeregowo lub równoległe



Źródło obrazu: <https://www.pexels.com/de-de/foto/weihnachtsbeleuchtung-1400136/>

Przedział wiekowy od:	Przedmiot:	Podtematy	Poziom wymagań	Poziom wdrożenia	Przygotowanie
14 lat	Fizyka	Połączenie szeregowo, połączenie równoległe	•	•	ok. 15 min.

Model łańcucha świateł choinkowych jest używany do pokazania, dlaczego, jeśli jedna żarówka jest uszkodzona, pozostałe nadal świecą, mimo że są połączone szeregowo.

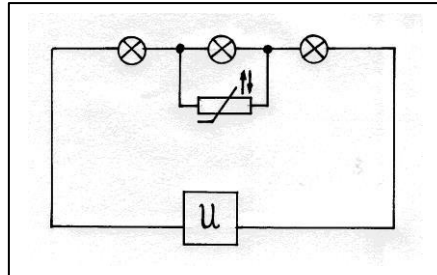
Materiały

- Zasilacz np. [1192101](#)
- 3 żarówki E 10 (6 V/0,05 A) np. [2003701](#)
- Przewód pomiarowy, ok. 50 cm np. [2060010](#)
- Zestaw elektryczny z gniazdem E10 i termistorem np. [1192200](#)
- Multimetr np. [1091141](#)
- Alternatywa: Inteligentny czujnik napięcia [1234567](#)

Przygotowanie

Złącza obu termistorów podłącza się za pomocą wtyków bananowych.

Trzy żarówki podłączane są szeregowo do zasilacza, natomiast oba termistory są podłączane równolegle do dwóch zewnętrznych żarówek na płycie stykowej (patrz rys. 1).

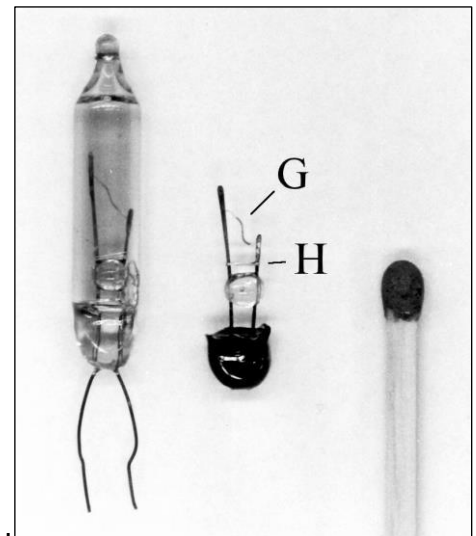


Rys. 1: Schemat obwodu dla modelu łańcucha lekkiego

Napięcie jest regulowane na zasilaczu tak, aby żarówki miały średnią jasność.

Rys. 2:

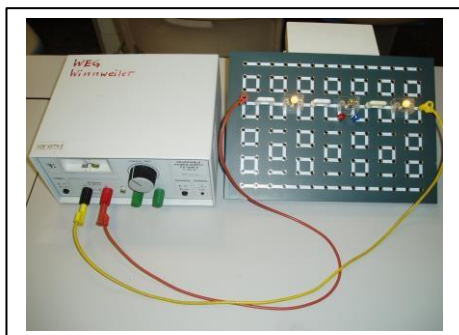
Żaróweczki z łańcucha świetlnego w porównaniu do wielkości zapalki (po prawej); uszkodzona żaróweczka (pośrodku) pokazuje żarnik G i taśmę uszczelniającą H



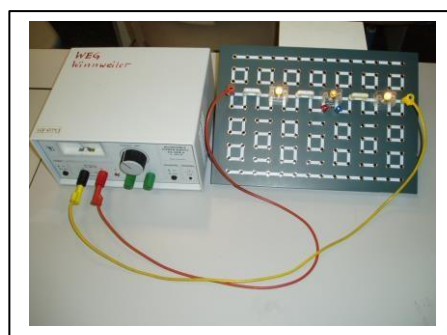
Wdrożenie/obserwacja

1. Przy wykręceniu żarówki 1 lub 3 gasną wszystkie żarówki.
2. Przy wykręceniu żarówki 2 pozostałe dwie żarówki gasną początkowo na krótki czas, a następnie stopniowo zwiększają swoją jasność, aż prawie osiągną swoją pierwotną jasność (patrz rys. 3)

3. Przy ponownym wkręceniu żarówki wykręconej w punkcie 2, świeci ona zauważalnie słabiej niż wcześniej. Po odczekaniu pewnego czasu żarówka świeci ponownie tak jasno, jak wcześniej (rys. 4).



Rys. 3: Wykręcona środkowa żarówka – pozostałe świecą dalej.



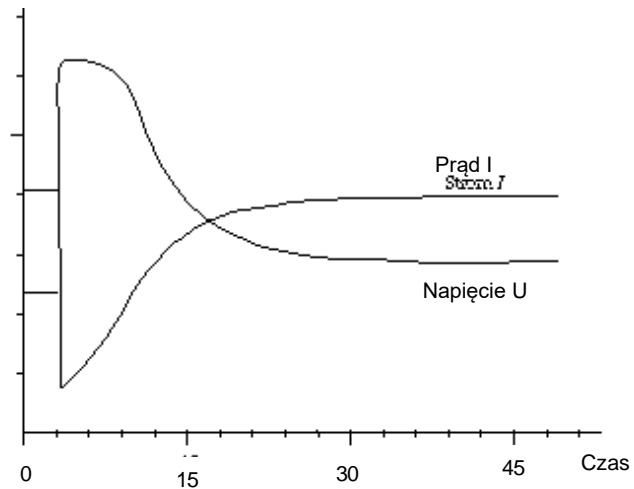
Rys. 4: Środkowa żarówka właśnie ponownie wkręcona – część prądu wciąż przepływa przez równolegle podłączony termistor.

Wyjaśnienie

1. W tym przypadku, gdy obwód zostaje przerwany, wszystkie żarówki gasną.
2. Dopóki żarówka 2 świeci, przez równolegle podłączony termistor przepływa jedynie bardzo mały prąd, ponieważ w „zimnym stanie” jego opór jest większy niż opór żarówki. Przy wykręceniu żarówki 2 gasną również pozostałe żarówki, ponieważ niemal całe przyłożone napięcie początkowo spada na równolegle podłączony termistor z powodu jego wysokiego oporu. W rezultacie termistor nagrzewa się, a jego opór zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury. Dzięki ponownemu wzrostowi natężenia prądu pozostałe żarówki zaczynają świecić.

Przy ponownym wkręceniu żarówki termistor, ze względu na swoją wysoką temperaturę, ma mniejszy opór niż w pierwotnym stanie, tj. w temperaturze pokojowej. Część prądu płynie przez żarówkę, a część przez równolegle podłączony termistor, dlatego żarówka nie świeci tak jasno jak wcześniej. Jednak ponieważ teraz nie cały prąd przepływa przez termistor, jego temperatura spada, a opór rośnie. W rezultacie przez żarówkę przepływa coraz więcej prądu, co powoduje, że staje się ona jaśniejsza.

Rys. 5: Czasowy przebieg prądu i napięcia termistora po wykręceniu równoległe podłączonej żarówki w momencie $t = 3$ s (zarejestrowana za pomocą interfejsu; poniżej $t = 3$ przedstawione są pierwotne wartości prądu i napięcia przed wykręceniem żarówki).



Warianty

Jako możliwe uzupełnienie lub rozszerzenie istniejącego układu eksperymentalnego można przeprowadzić dodatkowe doświadczenia za pomocą inteligentnych czujników. Na przykład za pomocą inteligentnego czujnika napięcia można zarejestrować charakterystykę prądowo-napięciową żarówki i na tej podstawie określić jej opór w stanie zimnym i gorącym.

Podobnie można również zarejestrować charakterystykę prądowo-napięciową termistora i określić jego opór przy różnych czasach narastania napięcia.

Ponadto, za pomocą czujnika napięcia i aplikacji SPARKvue można zarejestrować, przedstawić graficznie i omówić czasowy przebieg prądu i napięcia termistora po wykręceniu żarówki z układu z rys. 1 (patrz rys. 5).

Metodyczne zastosowanie

Opisane eksperymenty nadają się do samodzielnego przeprowadzenia przez uczniów.

Z pytaniami takimi jak "Dlaczego łańcuch świateł choinkowych świeci mimo uszkodzonej żarówki?" ułatwia wejście w temat.

"Dlaczego żarówki najczęściej psują się podczas włączania?"

Na to ostatnie pytanie najlepiej odpowiedzieć, rejestrując wykres U-I przy użyciu inteligentnego czujnika napięcia PASCO i aplikacji SPARKvue.