

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

# Latająca „lampka” świecąca bez baterii

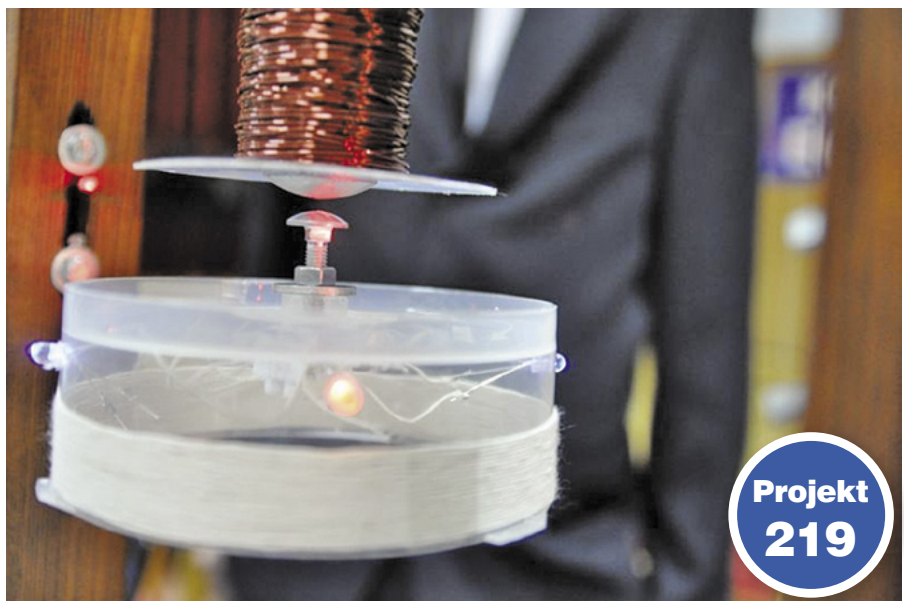
## Demonstracja zjawisk fizycznych w polu elektromagnetycznym

*Właściwe zrozumienie praw fizycznych wymaga przeprowadzania pokazów oraz samodzielnego wykonywania doświadczeń przez uczniów.*

*Nie wystarczy uczenie matematycznego opisu praw fizycznych, dlatego nauczyciel powinien być wyposażony w odpowiednie do tego celu pomoce dydaktyczne. Za pomocą opisywanego urządzenia można zademonstrować co najmniej dwa zjawiska fizyczne. Jest to oddziaływanie pola magnetycznego na przedmiot oraz indukcja elektromagnetyczna. Wydaje nam się (a potwierdziły to pokaz dla szkół, które przeprowadziliśmy), że zjawiska są pokazywane w sposób przystępny, efektowny i zapadający w pamięci obserwujących je osób, co wpływa na chęć bliższego zapoznania się z tematem.*

Załączkiem naszego projektu był pomysł zbudowania urządzenia, służącego do przesyłania energii elektrycznej na odległość za pomocą pola magnetycznego. Do wykonania prototypu „linii transmisyjnej” użyliśmy dwóch cewek powietrznych. Jak się przekonaliśmy, z jej wykorzystaniem można było zasilić bezprzewodowo niewielki odbiornik elektryczny.

Kiedy wstępne eksperymenty przekonały nas, że taki przekaz jest możliwy, postanowiliśmy przygotować pokaz zastanawiając się jednocześnie, w jaki sposób uatrakcyjnić go dla potencjalnego odbiorcy. Dodanie funkcji lewitacji spełniło nasze oczekiwania. Widok



diody świecącej bez baterii na dodatek swobodnie zawieszona w powietrzu, zaskakuje niejednego obserwatora.

Urządzenie pokazane na **fotografii 1** wykonanej podczas przeprowadzania doświadczeń przez uczniów gimnazjum w Ociężu, umożliwia demonstrowanie zjawisk fizycznych zachodzących w polu elektromagnetycznym. Może ono być wykorzystane w roli pomocy dydaktycznej na lekcjach fizyki w gimnazjum lub w szkole ponadgimnazjalnej.

Nazwa projektu „Latająca lampka świecąca bez baterii”, została wymyślona w celu zaintrygowania gimnazjalistów, dla których, zaplanowaliśmy i przeprowadziliśmy pod opieką nauczyciela Zespołu Szkół Technicznych w Ostrowie Wielkopolskim, którego byliśmy wówczas uczniami, kilkanaście lekcji z jego wykorzystaniem. Opracowany scenariusz lekcji, instrukcja obsługi, oraz prezentacja w programie Power Point, wspomagały nas przy jej realizacji. Uczniowie biorący udział w zajęciach mogli bezpiecznie i aktywnie uczestniczyć w realizacji pokazów. Samodzielnie budowali „la-

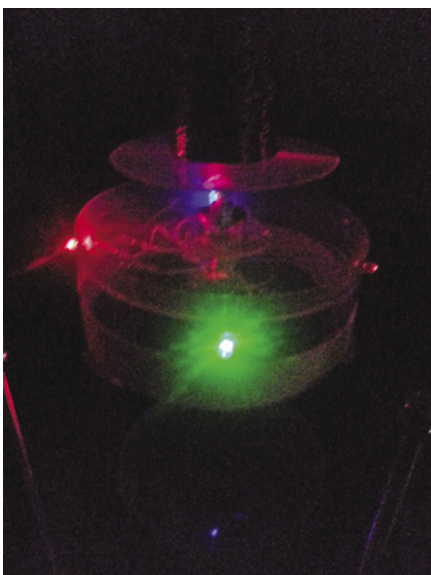
tającą lampkę”, a punktem kulminacyjnym było swobodne zawieszenie w powietrzu wykonanej lampki, zasilanej bezprzewodowo z odległości około dwudziestu centymetrów. Efekt lewitującej lampki w zaciemnionym pomieszczeniu przedstawia **fotografia 2**.

Urządzenie umożliwia:

- Zademonstrowanie działania elektromagnesu oraz wpływu natężenia prądu płynącego w przewodzie na wartość powstającej siły magnetycznej (**fotografia 3**).
- Pokaz zjawiska lewitacji, tzn. swobodnego zawieszenia przedmiotu w powietrzu, gdy ciężar przedmiotu jest równoważony przez przyciąganie elektromagnesu (**fotografia 4**).
- Zademonstrowanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej dzięki bezprzewodowemu przesyłaniu energii elektrycznej za pomocą zmiennego pola elektromagnetycznego, co objawia się świeceniem diody LED umieszczonej w polu elektromagnesu (**fotografia 5**).
- Jednoczesne zademonstrowanie „przenikających się” dwóch zjawisk tj. działania



Fotografia 1. Uczniowie gimnazjum w Ociężu wykonują doświadczenie



Fotografia 2. Efekt lewitującej lampki w zaciemnionym pomieszczeniu

siły magnetycznej wywołującej lewitację oraz zjawiska indukcji elektromagnetycznej, czego efektem jest zaświecenie lewitującej lampki (fotografia 6).

### Budowa

Funkcjonalnie urządzenie można podzielić na dwie części, działające niezależnie od siebie, ale najciekawszy efekt daje ich jednoczesne użycie. Część pierwsza, to elektromagnes z funkcją lewitronu (fotografia 7). Część druga to zestaw dwóch cewek do prezentacji zjawiska indukcji elektromagnetycznej, z których jedna umieszczona jest nieruchomo na specjalnej półce o regulowanej wysokości, a druga stanowi element zawieszanej w powietrzu „latającej lampki” (fotografia 8).

Obudowa pierwszej części urządzenia – elektromagnesu z funkcją lewitronu, jest w całości wykonana z drewna. W jego dol-



Fotografia 3. Pokaz działania elektromagnesu

### Wykaz elementów

#### Rezystory:

R1: R10: 470  $\Omega$   
R2: 220  $\Omega$   
R3, R4, R6: 10 k $\Omega$   
R5: 180 k $\Omega$   
R7: 1 k $\Omega$   
R8: 27 k $\Omega$   
R9: 100  $\Omega$

#### Kondensatory:

C1: 100nF

#### Półprzewodniki:

Fr1, Fr2: fotorezystor 10 k $\Omega$   
D1: 1N5401  
D2: 1N4007  
T1: BD911  
U1: LM358

#### Inne:

Złącze z zasilacza komputerowego

nej części jest zamontowany zasilacz komputerowy wytwarzający napięcia stałe, potrzebne m.in. do poprawnej pracy układu elektronicznego sterującego funkcją lewitronu. Płytkę elektroniczną umieszczono w sąsiedztwie zasilacza. Do belki poprzecznej, w górnej części konstrukcji, jest przykręcony elektromagnes w postaci uzwojenia nawiniętego na śrubie stalowej M12. Na belkach pionowych, po przeciwnych stronach, nieco poniżej dolnej płaszczyny elektromagnesu, zamontowane są z jednej strony dwa czujniki – fotorezystory, a z drugiej źródło światła – laser półprzewodnikowy. Pozyskany ze starego komputera zasilacz o mocy 300 W zapewnia napięcie +12 V do zasilania obwodów elektromagnesu oraz napięcie +3,3 V do zasilania lasera. Zastosowano laser wymontowany z wyrzynarki, w której pełnił funkcję wskaźnika linii cięcia. Tutaj jest przymocowany na kawałku pleksiglasu, za pomocą nakrętek motylkowych, aby można było regulować jego położenie. Za czujniki położenia lewitującego przedmiotu posłużyły dwa fotorezystory, z których jeden mierzy poziom jasności światła w pomieszczeniu, w którym jest urządzenie, a drugi promień światła padający z lasera.

Drugą część urządzenia stanowi drewniana półka z zestawem dwóch cewek do prezentacji zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Półkę można wstawiać w pole pracy lewitronu. Wysokość półki, na której

REKLAMA

Projekty na... Texas

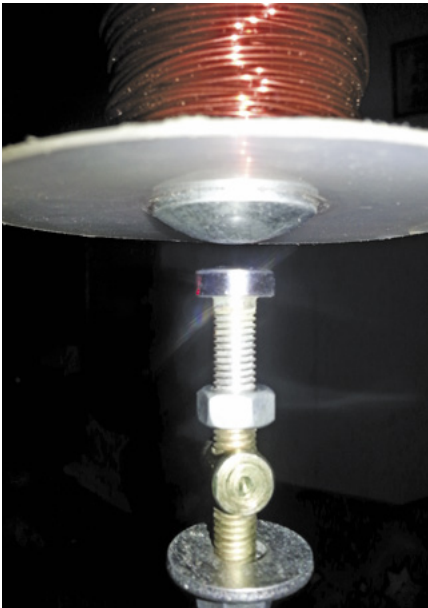
STM32

www.stm32.eu

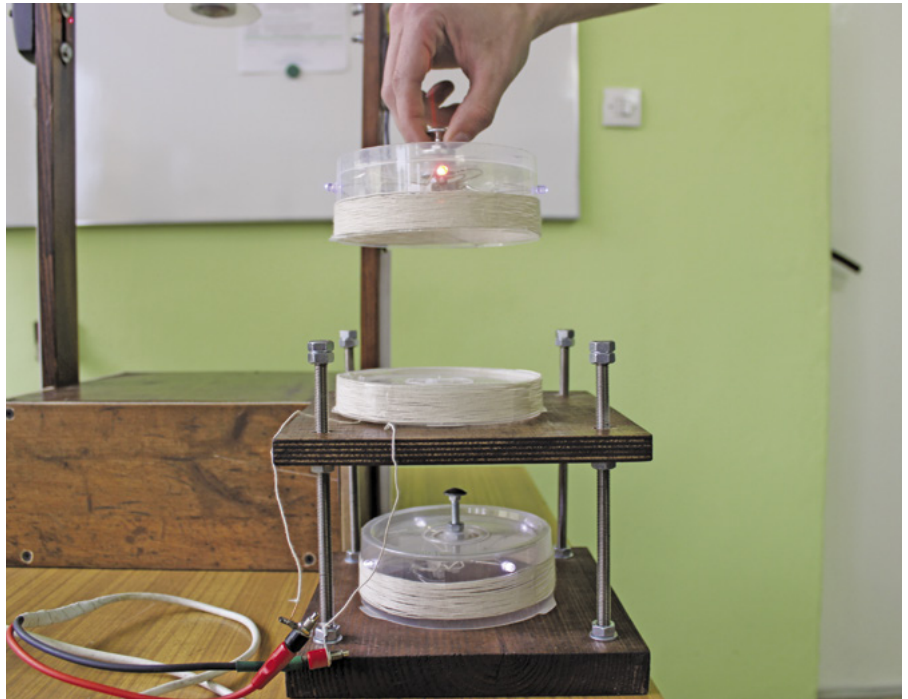
ST life.augmented

KAMAMI

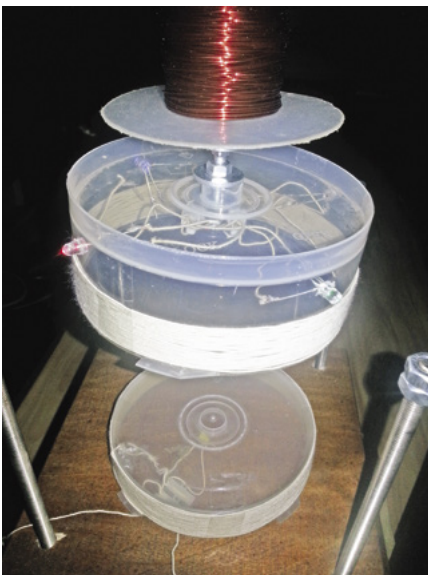




Fotografia 4. Pokaz lewitacji przedmiotu



Fotografia 5. Demonstracja zjawiska indukcji.

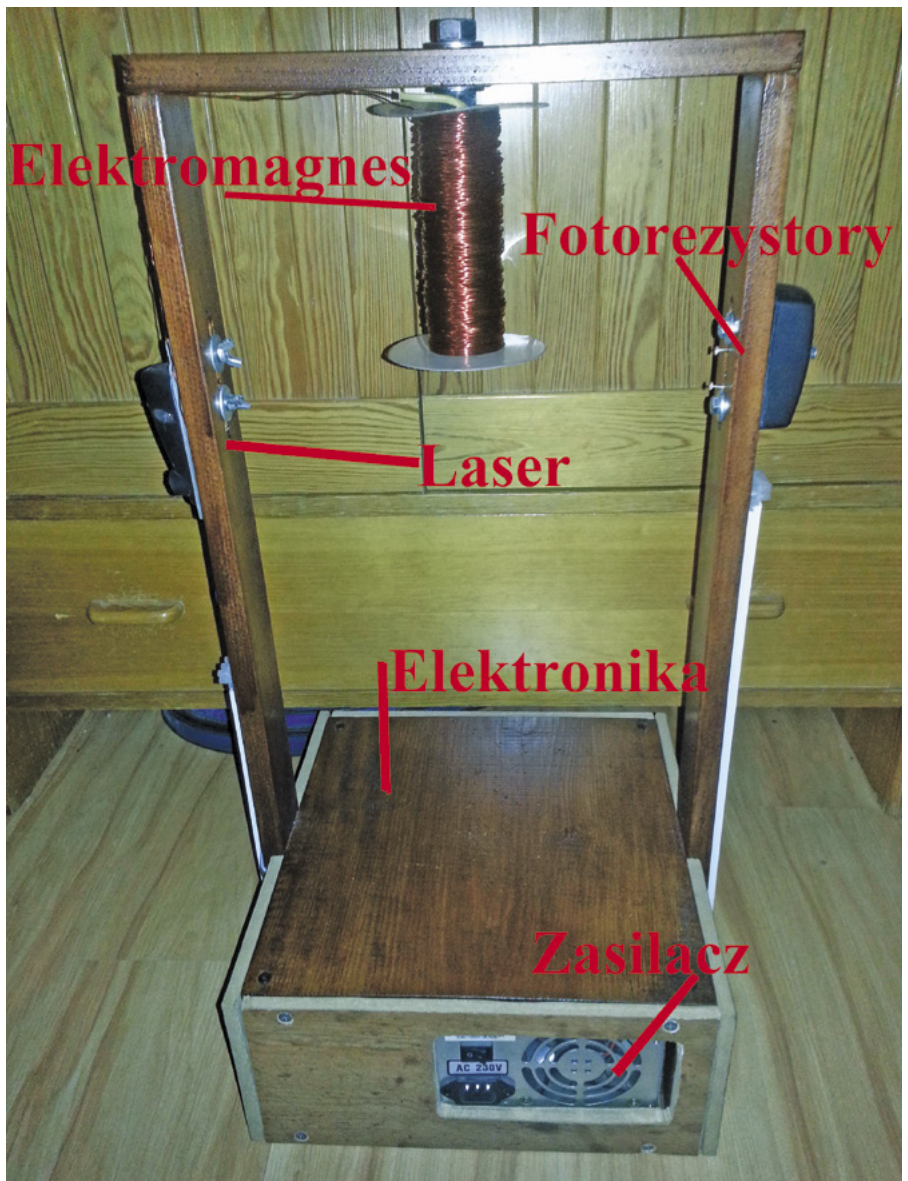


Fotografia 6. Bezprzewodowe zasilanie latającej lampki

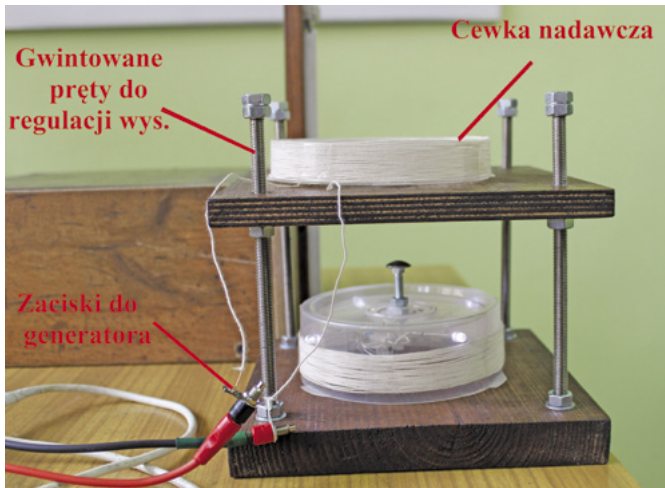
spoczywa cewka nadawcza, jest regulowana dzięki zastosowaniu czterech gwintowanych prętów i nakrętek korygujących. Jedno z kilku wykonań cewki „odbiorczej” stanowiącej naszą latającą lampkę pokazano na **fotografii 8** w dolnej części półki.

Cewka „nadawcza” to 21 zwojów drutu miedzianego o średnicy 0,5 mm nawiniętego na pudełku po płytach CD. Do końców uzwojenia jest dołączony równolegle kondensator 47 nF/50 V.

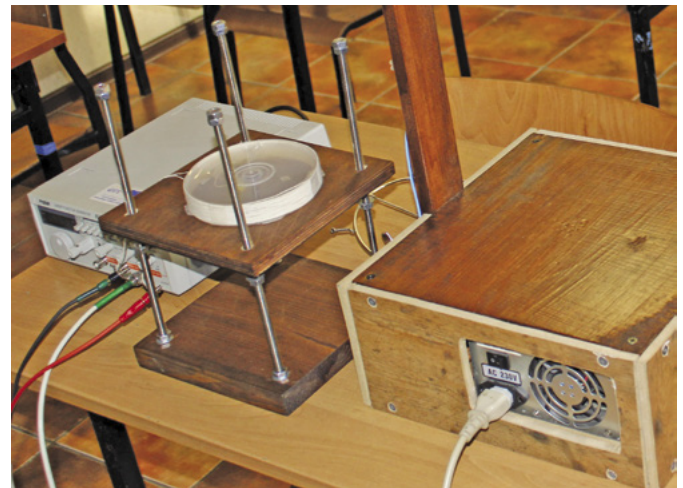
Z punktu widzenia sprawności przekazywania energii oraz natężenia generowanego pola elektromagnetycznego najlepiej, aby powstały w ten sposób transformator pracował z częstotliwością rezonansu własnego. Jak stwierdziliśmy podczas budowy i co jest zgodne z teorią, po doprowadzeniu do cewki napięcia zmiennego z generatora o częstotliwości równej częstotliwości rezonansowej obwodu LC wokół



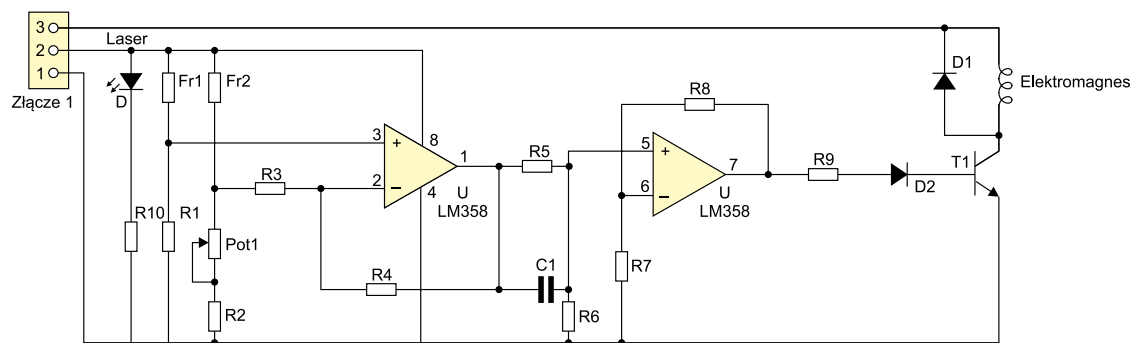
Fotografia 7. Elektromagnes z funkcją lewitronu



Fotografia 8. Półka z cewką nadawczą (na dole cewka odbiorcza)



Fotografia 9. Generator zasilający cewkę nadawczą, widoczny po lewej stronie urządzenia



Rysunek 10. Schemat ideowy układu sterującego elektromagnesem lewitronu

REKLAMA

CODICO®

# Qi – Ładowanie Indukcyjne!

- Ag301/311 Ładowanie Indukcyjne – Plug & Play
- 5W mocy użytecznej –  
0,16W standby, zgodność z Qi
- Wykrywanie obiektów w zasięgu i opcjonalnie dopasowanie magnetyczne (A1/A10)
- Wbudowane zabezpieczenia prądowe i napięciowe

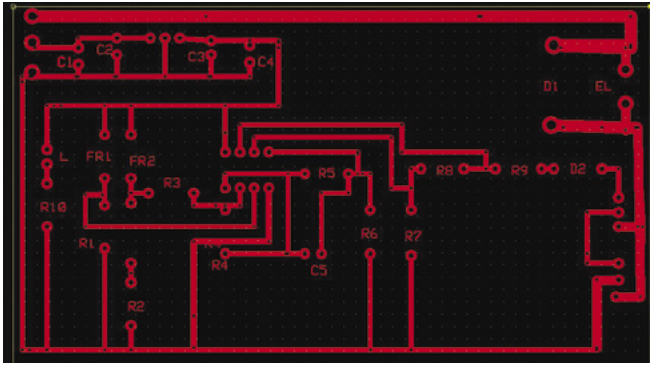


ELYTONE  
Silvertel

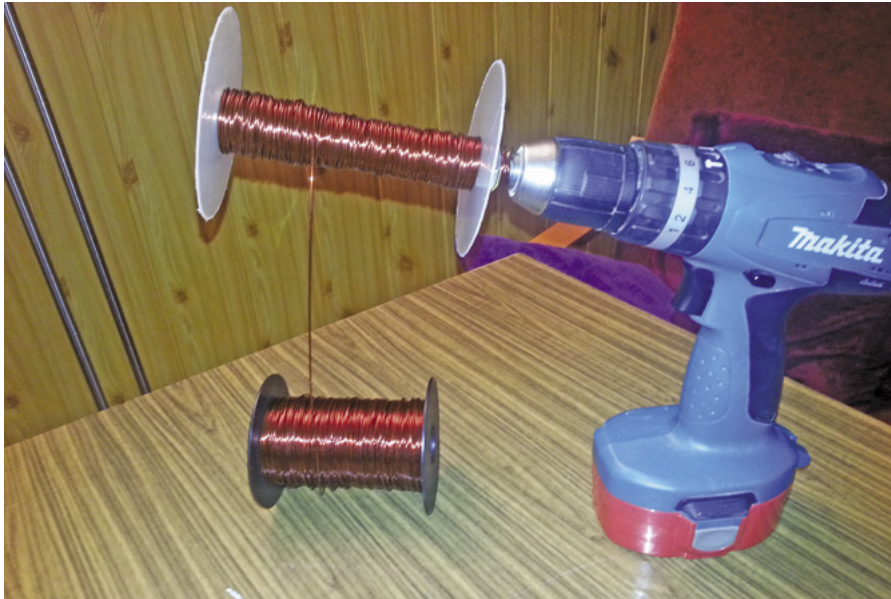
©Waraktor - Fotolia.com

Kontakt: pawel.pajda@codico.com | +48 12 417 10 83 | www.codico.com





Rysunek 11. Schemat ścieżek płytki drukowanej



Fotografia 12. Nawijanie cewki elektromagnesu za pomocą wiertarki

elektromagnesu jest wytwarzane silne pole magnetyczne. Najlepiej, aby zmiany tego pola były odbierane przez uzwojenie wtórne o takiej samej częstotliwości rezonansowej. Dlatego cewka „odbiorcza” ma tę samą liczbę zwojów i jest nawinięta na identycznym pudełku po płytach CD, a do jej uzwojenia dołączono kondensator o takiej samej pojemności, jak w cewce „nadawczej”. Do takiego obwodu są dołączone diody świecące LED (w liczbie od 1 do 4) z rezystorami szeregowymi 220 Ω. Zaświecenie się diod najlepiej świadczy o indukowaniu się prądu w cewce odbiorczej.

Do zasilania cewki nadawczej zastosowaliśmy generator laboratoryjny wytwarzający przebieg prostokątny o napięciu ±10 V i częstotliwości regulowanej, ustawionej na około 70 kHz (fotografia9). Docelowo generator będzie zamontowany w obudowie lewitronu obok zasilacza.

Pierwszym etapem realizacji naszego pomysłu było opracowanie schematu ideowego układu sterującego elektromagnesem (rysunek 10), który zmontowaliśmy na własnoręcznie zaprojektowanej i wykonanej płytce drukowanej. Jej projekt pokazano na rysunku 11.

Cewkę elektromagnesu wykonaliśmy nawijając 130 m DNE 0,9 mm na stalowej śrubie

M12 (fotografii 12). Cewki nadawczą i odbiorczą nawijaliśmy ręcznie. Jest to prosta czynność, co potwierdza fakt, że uczniowie gimnazjum podczas prowadzonych przez nas lekcji, samodzielnie budowali (nawijali) „latającą lampkę”. Indukcyjność cewki jest zdeterminowana liczbą zwojów, średnicą cewki oraz przekrojem przewodu i wynosi 118 μH. Taką wartość uzyskaliśmy mierząc gotową cewkę. Wartość pojemności C kondensatora wynika z założonej częstotliwości rezonansowej, która z założenia miała mieścić się w granicach 50...100 kHz. Na podstawie obliczeń oraz wybierając pojemność z typoszeregu użyliśmy kondensatora stałego 47 nF. Przy tej pojemności częstotliwość rezonansowa wynosi około 70 kHz.

### Uruchomienie i użytkowanie

Uruchomienie elektromagnesu nie wymagało specjalnych czynności regulacyjnych. Właściwe działanie funkcji lewitacji polegało jedynie na odpowiednim ustawieniu położenia wysokości lasera i czujników. Przeprowadzone próby lewitacji z użyciem kilku przedmiotów metalowych różniących się kształtem, wymiarami i ciężarem potwierdziły możliwość użycia dla celów demonstracji obiektów wykonanych ze sta-

**m.ElektronikaB2B.pl**  
 teraz zawsze pod ręką w Twoim smartfonie

# Wejść

Bądź dobrze poinformowany

li. Najpewniej zawisają w powietrzu przedmioty, które są zaokrąglone w miejscu, gdzie oświetla je laser czujnika.

Zasilając cewkę napięciem o różnym kształcie (sinusoidea, trójkąt i prostokąt) oraz wartości maksymalnej 10 V zaobserwowaliśmy, że najlepsze efekty uzyskuje się dla napięcia prostokątnego. Wtedy energia pola magnetycznego jest na tyle duża, że diody LED świecą w odległości aż 20 cm.

**Robert Biegank**  
**Krzysztof Woźniak**  
**Piotr Pawlak**