

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za nieprawidłowe 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.

Lewitator

Lewitator, jak sama nazwa wskazuje, jest urządzeniem prezentującym zjawisko lewitacji.

Zjawisko to jest bardzo efektowne, gdyż lewitujący obiekt z pozoru łamie jedno z podstawowych praw fizyki, jakim jest grawitacja.

Rekomendacje:

przedstawiony w niniejszym artykule projekt doskonale nadaje się do prezentacji na wszelkiego rodzaju pokazach fizycznych, jak również jako niezwykle ciekawa ozdoba na biurku. Obserwatorzy na pewno nie przejdą obok tego urządzenia obojętnie.

Aby jakiś przedmiot mógł lewitować, czyli unosić się w powietrzu bez żadnego mechanicznego połączenia z inną konstrukcją, siła grawitacji działająca na ten przedmiot musi być jakoś zrównoważona. W prezentowanym urządzeniu jako siłę przeciwdziałającą grawitacji wykorzystano siłę pola magnetycznego. Takie rozwiązanie jest nazywane po prostu lewitacją magnetyczną, lub w skrócie MAGLEV.

Budowa i zasada działania

Jest rzeczą oczywistą, że nie można tak dobrać stałej siły magnetycznej, aby przedmiot lewitował stabilnie. Dlatego wykorzystuje się aktywną regulację pola magnetycznego przy użyciu elektromagnesu. Ogólnym celem działania całego urządzenia jest utrzymywanie lewitującego przedmiotu w stałym położeniu w określonej odległości od elektromagnesu. Aby było to możliwe, potrzebny jest jakiś pomiar tego położenia. Tutaj z pomocą przychodzi fotokomórka. Strumień światła lasera przechodzi tuż nad przedmiotem tak, że wiązka światła jest częściowo zasłonięta. Gdy lewitujący przedmiot przesunie się za bardzo w dół odsłoni więcej wiązki padającej na fotorezystor. Sygnał z fotorezystora po wzmocnieniu przez wzmacniacze operacyjne spo-

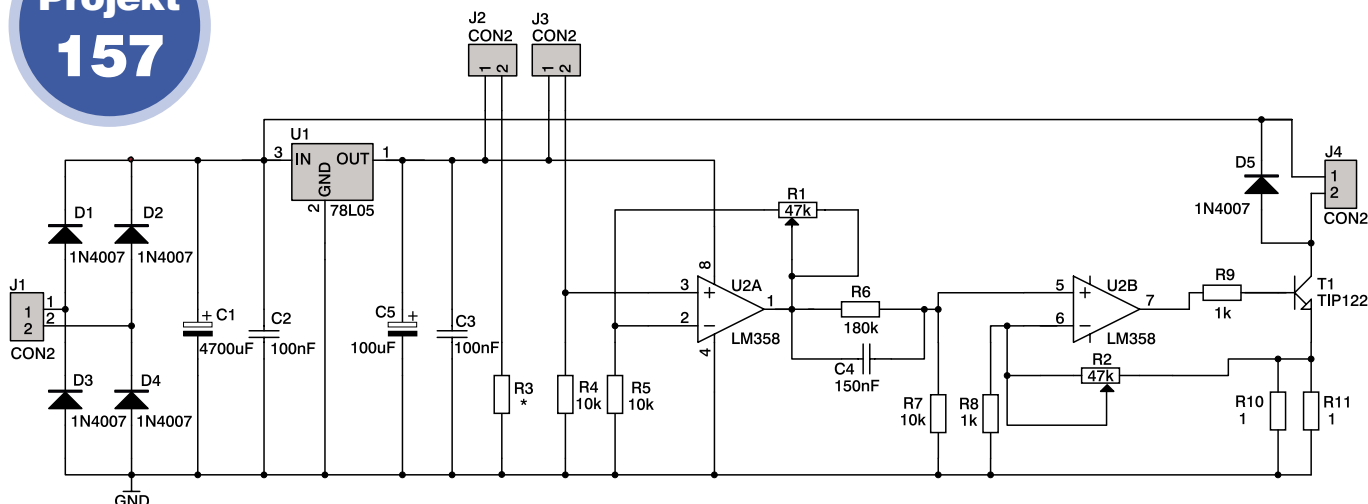
woduje zwiększenie przepływu prądu w uzwojeniu elektromagnesu, a co za tym idzie zwiększenie siły działającej na przedmiot. Gdy siła ta będzie zbyt duża i przedmiot znajdzie się zbyt blisko elektromagnesu, wiązka światła zostanie zasłonięta i prąd płynący przez uzwojenie się zmniejszy. Dzięki takiemu sprzężeniu zwrotnemu siła działająca na przedmiot jest cały czas korygowana na podstawie położenia przedmiotu, co zapewnia stabilną, nieustanną lewitację.

Schemat ideowy lewitatora został przedstawiony na rys. 1. Układ został zaprojektowany tak, aby mógł być zasilany bezpośrednio z 12 V transformatora sieciowego podłączonego do złącza J1. Na płytce został umieszczony mostek prostowniczy razem z kondensatorami filtrującymi i stabilizatorem napięcia. Jako źródło światła fotokomórki został zastosowany tani wskaźnik laserowy po odpowiedniej przeróbce umożliwiającej zasilanie z innego źródła niż baterie. Wskaźnik ten po podłączeniu do złącza J2 jest zasilany z napięcia 5 V przez rezystor R3, którego wartość należy dobrać tak, aby natężenie prądu płynącego przez diodę laserową nie było zbyt duże. Jeśli użyty wskaźnik laserowy jest przeznaczony do zasilania trzema ogniwami pastylkowymi, zamiast rezystora można zamontować diodę pro-

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytką o wymiarach 53x58 mm
- Zasilanie 12 VAC/1,5 A
- Lewitacja magnesu neodymowego o średnicy 15 mm i wysokości 10 mm w odległości 4 cm od elektromagnesu

Projekt 157



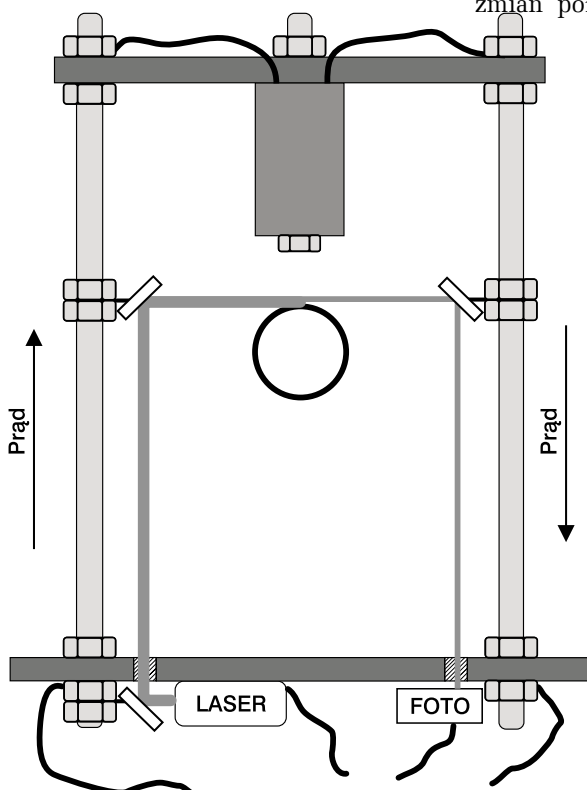
Rys. 1. Schemat ideowy lewitatora



Rys. 2. Lewitacja magnesu neodymowego

stowniczą. Spadek napięcia na diodzie wynosi około 0,6 V, a to oznacza, że wskaźnik będzie wówczas zasilany napięciem 4,4 V, czyli takim, do jakiego jest fabrycznie przystosowany

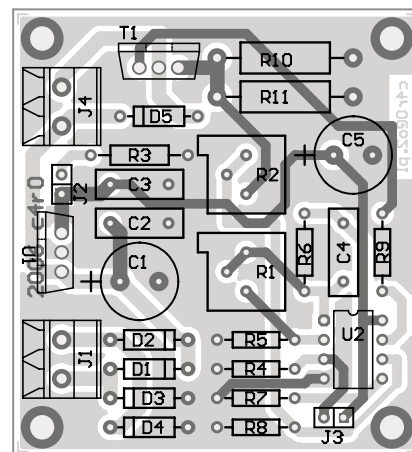
W prezentowanej konstrukcji tor wiązki światła jest zmieniany za pomocą małych lusterek, dzięki czemu możliwe było umieszczenie zarówno źródła światła jak i fotorezystora w podstawie lewitatora. Dodatkowo



Rys. 3. Przykładowa konstrukcja mechaniczna lewitatora

dzięki wykorzystaniu wsporników, na których zawieszony jest elektromagnes jako przewodników dostarczających prąd do uzwojenia obeszło się bez potrzeby prowadzenia nieestetycznie wyglądających przewodów do elementów fotokomórki i elektromagnesu. Jest to dobrze widoczne na fot. 2 i rys. 3. Kolejną zaletą zastosowania wskaźnika laserowego zamiast zwykłej diody LED jest to, że światło padające na fotorezystor jest na tyle silne, że zakłócenia spowodowane przez światło zewnętrzne praktycznie nie stanowią problemu i nie jest potrzebny żaden pomiar odniesienia przy pomocy drugiego fotorezystora.

Sygnal z fotorezystora podłączonego do złącza J3 zostaje wzmacniony układem U2A, po czym przechodzi przez obwód różniczkujący. Dzięki temu obwodowi reakcja układu jest silniejsza dla szybkich zmian położenia lewitującego przedmiotu – gdy przedmiot się porusza, trzeba nie tylko zrównoważyć siłę działającą na niego, ale również wyhamować jego ruch na tyle szybko, żeby nie zdążył wyostać się z zasięgu działania elektromagnesu. Po przejściu przez obwód sygnał jest przesyłany na wejście źródła prądowego sterowanego napięciem, które zbudowano w oparciu o układ U2B i tranzystor T1. Wykorzystanie źródła prądowego zamiast zwykłego sterowania cewki napięciem (jak jest to rozwiązane w większości tego typu układów) ma dwie duże zalety. Po pierwsze cewka elektromagnesu z czasem działania lewitatora nagrzewa się, przez co zwiększa się jej rezystancja. Przy sterowaniu



Rys. 4. Schemat montażowy lewitatora

napięciowym spowodowałyby to zmniejszenie natężenia prądu płynącego w uzwojeniu i co za tym idzie zmniejszenie natężenia pola magnetycznego. Dzięki sterowaniu prądem natężenie pola nie zależy od temperatury elektromagnesu. Po drugie stabilizacja prądu płynącego przez cewkę aktywnie tłumy tętnienia zasilania, co umożliwia zastosowanie kondensatora filtrującego o znacznie mniejszej pojemności (czyli również mniejszych rozmiarów) w stosunku do układu opartego o sterowanie napięciowe elektromagnesu.

Montaż i uruchomienie

Wzór płytki drukowanej został pokazany na rys. 4. Montaż elementów na płytce przebiega standardowo i nie wymaga chyba szczegółowego komentarza. Zaczynamy od

WYKAZ ELEMENTÓW:

Rezystory

R1, R2: potencjometr montażowy 47 kΩ
 R3*: patrz tekst
 R4, R5, R7: 10 kΩ
 R6: 180 kΩ
 R8, R9: 1 kΩ
 R10, R11: 1 Ω 1/2 W

Kondensatory

C1: 4700 μF/16 V
 C2, C3: 100 nF
 C4: 150 nF
 C5: 100 μF/10 V

Półprzewodniki

D1...D5: 1N4007
 T1: TIP122
 U1: 78L05 w obudowie TO-220
 U2: LM358

magazyn INTERNET

PORADNIKOWY I EDUKACYJNY MAGAZYN
WSZYSTKICH UŻYTKOWNIKÓW INTERNETU



Co miesiąc w Magazynie INTERNET:

- Najbardziej aktualne informacje o globalnej sieci komputerowej
- Porady praktyczne dla początkujących i zaawansowanych
- Opisy najnowszych technologii
- Kursy dla webmasterów
- Przegląd najnowszego oprogramowania
- Artykuły, które pomogą Twojej firmie lepiej wykorzystać internet, uniknąć zagrożeń i zaoszczędzić pieniądze
- Opisy ciekawych zastosowań internetu
- Porady dotyczące wyszukiwania informacji

Na CD
pełne
komercyjne
wersje
programów



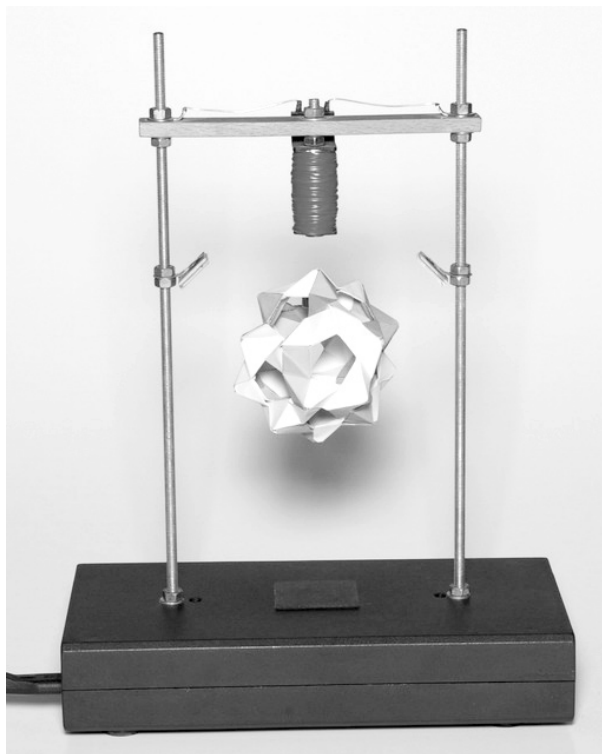
W numerze 12/2007 między innymi:

- Polskie sklepy internetowe 2007 – raport
- Opera szyta na miarę
- Hity wirtualnego ekranu: viral videos
- Hosting za friko, czyli gdzie najlepiej trzymać swoje strony internetowe
- Podcast – radio na życzenie

Magazyn INTERNET

można nabyć we wszystkich EMPIK-ach i większych kioskach z prasą.

Wszelkich informacji udziela Dział Prenumeraty:
tel. (22) 257-84-22, faks (22) 257-84-00
prenumerata@avt.pl



Rys. 5. Lewitacja figurki origami z ukrytym w jej wnętrzu magnesem

rezystorów, następnie montujemy coraz większe elementy kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i złączach. Układ scalony warto zamontować w podstawce. Jako złącza wskaźnika laserowego i fotorezystora (J2 i J3) zastosowałem tzw. goldpiny. Przewód łączący fotorezystor z płytką powinien być możliwie krótki, aby nie pojawiły się zbyt duże zakłócenia sygnału.

W prezentowanym modelu maksymalny prąd płynący przez cewkę wynosi około 1,5 A. Prąd pobierany przez pozostałą część układu jest znacznie mniejszy, oznacza to, że do zasilania jest potrzebny transformator o mocy 20 VA. Absolutnie konieczne jest zamocowanie radiatora do tranzystora T1. Moc wydzielana na tym elemencie może wynosić nawet kilka watów, dlatego radiator ten powinien mieć odpowiednio duże rozmiary.

Regulacji dokonujemy najlepiej przy pomocy oscyloskopu, gdyż pomoże to wykryć ewentualne zakłócenia i tętnienia. Można jednak obejść się bez niego i posłużyć się tylko woltomierzem. Po włączeniu zasilania urządzenia, podczas gdy fotokomórka jest maksymalnie odsłonięta, przekreślamy potencjometr R1 maksymalnie w prawo. Następnie, mierząc napięcie na wyjściu pierwszego

wzmacniacza operacyjnego (czyli na nóżce 1 układu U2) obracamy potencjometrem powoli w lewo aż do momentu, gdy napięcie zacznie maleć. Po tej operacji powinniśmy uzyskać sytuację, w której podczas zasłaniania i odsłaniania fotokomórki amplituda zmian napięcia w punkcie pomiarowym jest zbliżona do napięcia zasilania. Podobnie wygląda sprawa regulacji potencjometru R2. Mierzając napięcie na emiterze tranzystora przekreślamy potencjometr R2 do oporu w prawo, a następnie obracamy go powoli w lewo, aż do momentu, w którym napięcie zacznie spadać. Następnie należy ustawić fotokomórkę w odpo-

wiedniej odległości od elektromagnesu (takiej, aby elektromagnes zdołał utrzymać swoją siłą dany obiekt lewitujący) i delikatnie umieścić obiekt tuż pod wiązką światła fotokomórki. Jeśli wszystko przebiegło pomyślnie, po puszczeniu obiektu powinien on zacząć lewitować.

Konstrukcję mechaniczną lewitatora można wykonać wzorując się na schemacie z rys. 3, bądź też wykorzystać swoje pomysły i wprowadzić różne modyfikacje. Jako lewitujący obiekt można zastosować dowolny, lekki przedmiot stalowy, jak również magnes. Przy zastosowaniu okrągłego magnesu neodymowego o średnicy 15 mm i wysokości około 10 mm udało mi się uzyskać dość stabilny efekt lewitacji w odległości aż 4 cm od elektromagnesu! Jest to naprawdę duża odległość – pomiędzy magnes a cewkę można swobodnie wsunąć palce, jak to widać na fot. 2 i upewnić się, że nie ma tam żadnej ukrytej nitki.

Obiektem lewitującym może być praktycznie dowolny, lekki przedmiot żelazny lub z przymocowanym magnesem. Na fot. 5 widoczna jest lewitująca figurka origami z magnesem neodymowym zamocowanym wewnątrz górnego wierzchołka.

Karol Łuszcz