

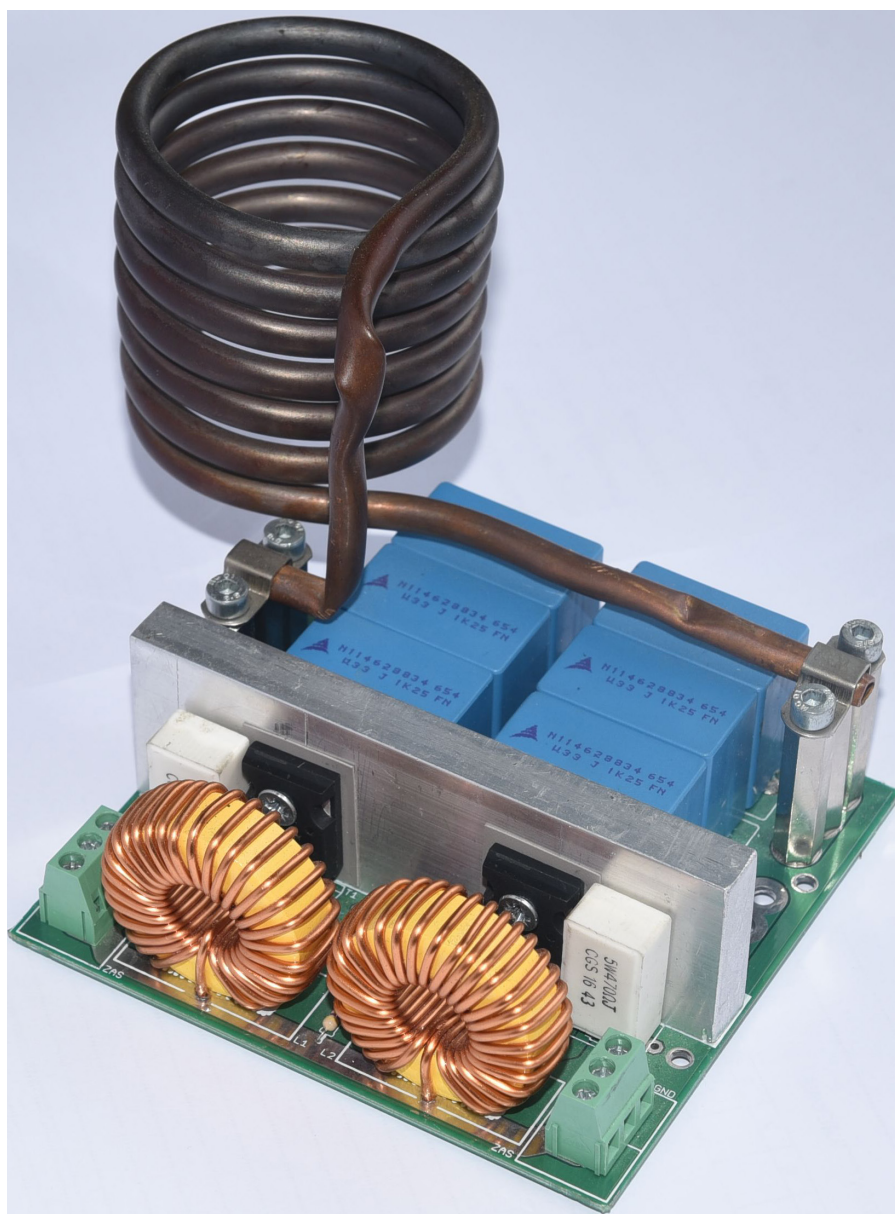
# Domowa nagrzewnica indukcyjna

Nagrzewnica indukcyjna jest urządzeniem elektronicznym służącym do rozgrzewania i topienia metali. Wykorzystuje szybkozmienne pole elektromagnetyczne, które za pomocą prądów wirowych rozgrzewa umieszczony w nim metal. Nagrzewnice są stosowane w przemyśle do hartowania i topienia metali, w hutach jak i mniejszych zakładach zajmujących się obróbką metali. W przemyśle rozróżnia się dwa rodzaje nagrzewnic indukcyjnych: z rdzeniem (pośrednie) i bezrdzeniowe (bezpośrednie) i właśnie ten typ nagrzewnicy zostanie przedstawiony w artykule.

**Rekomendacje:** nagrzewnica może przydać się majsterkowi lub artyście.

Główną zaletą grzania indukcyjnego jest jego duża sprawność energetyczna, sięgająca aż 90%. Podczas typowo stosowanego rozgrzewania za pomocą paliw kopalnych występują duże straty energii cieplnej, która jest oddawana do otoczenia i jedynie część tej energii jest wykorzystywana do rozgrzania metalu. W metodzie grzania indukcyjnego prawie cała energia, poza stratami w układzie generatora, cewki i zasilacza, rozgrzewa metal, ponieważ metal jest rozgrzewany od wewnątrz za pomocą prądów wirowych. Jeśli w polu nagrzewnicy nie ma metalu, to jest pobierany jedynie prąd potrzebny do zasilania nagrzewnicy. Co ważne, w przeciwieństwie do grzania za pomocą paliwa, stosując nagrzewnicę indukcyjną można rozgrzewać jedynie obiekty przewodzące prąd – ten projekt, o czym wspomniano we wstępie, jest przeznaczony do rozgrzewania metali.

Jakiś czas temu metoda rozgrzewania indukcyjnego z przemysłu trafiła do gospodarstwa domowego w postaci płyt indukcyjnych. Taka kuchenka zapewnia komfort użytkownika, dużą sprawność oraz bezpieczeństwo i co ważne – nie wymaga doprowadzenia do mieszkania instalacji z trującym, łatwopalnym gazem. Moc, którą potrzebujemy dostarczyć do zagotowania za pomocą gazu jest



przez straty ciepła znacznie większa, niż moc dostarczona do płyty indukcyjnej. Niestety, korzystając z kuchenki indukcyjnej należy stosować przeznaczone dla niej naczynia, który to fakt zreszcie wykorzystują producenci naczyń niekiedy bezzasadnie windując ich ceny.

## Zasada działania

Przedstawiony w artykule projekt nagrzewnicy indukcyjnej składa się z generatora oraz cewki. Cewka nie ma rdzenia, a rozgrzewany metal umieszcza się wewnątrz cewki np. w tyglu. Zasadę działania pieca można

porównać do zasady działania transformatora ze zwartym uzwojeniem wtórnym. Przykładem takiego urządzenia jest lutownica transformatorowa. Cewka pieca jest uzwojeniem pierwotnym, a wsad zwartym uzwojeniem wtórnym. Szybkozmienne prąd o dużym natężeniu i częstotliwości kilkudziesięciu kHz przepływając przez cewkę wytwarza szybkozmienne pole elektromagnetyczne. W momencie umieszczenia przewodnika (metal) w obrębie tego pola staje się on „uzwojeniem wtórnym”, w którym są indukowane prądy wirowe rozgrzewające wsad.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)

**W ofercie AVT\* AVT-5645**

**Podstawowe parametry:**

- Generator samowzbudny LC.
- Częstotliwość ustalana za pomocą zwojnicy oraz zespołu kondensatorów.
- Automagiczne dostrajanie się do rezonansu.
- Duża sprawność.
- Napięcie zasilające; 9...40 V DC.
- Prąd zasilający: do 40 A.

**Projekty pokrewne na [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl):**

AVT-2940 Nagrzewnica indukcyjna 1 kW (Edw 5/2010)

**Wykaz elementów:**

**Rezystory:**

R1, R2: 10 kΩ  
R3, R4: 470 Ω/5 W  
R5: 4,7 kΩ

**Kondensatory:**

C1...C6: 330 nF

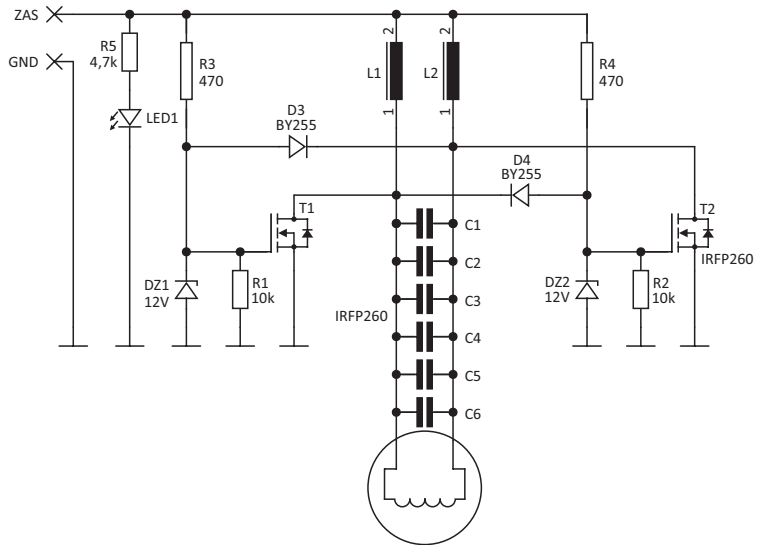
**Półprzewodniki:**

T1, T2: IRFP260N  
D1, D2: dioda Zenera 12 V  
D3: D4: BY255  
LED 1: dioda LED 5 mm

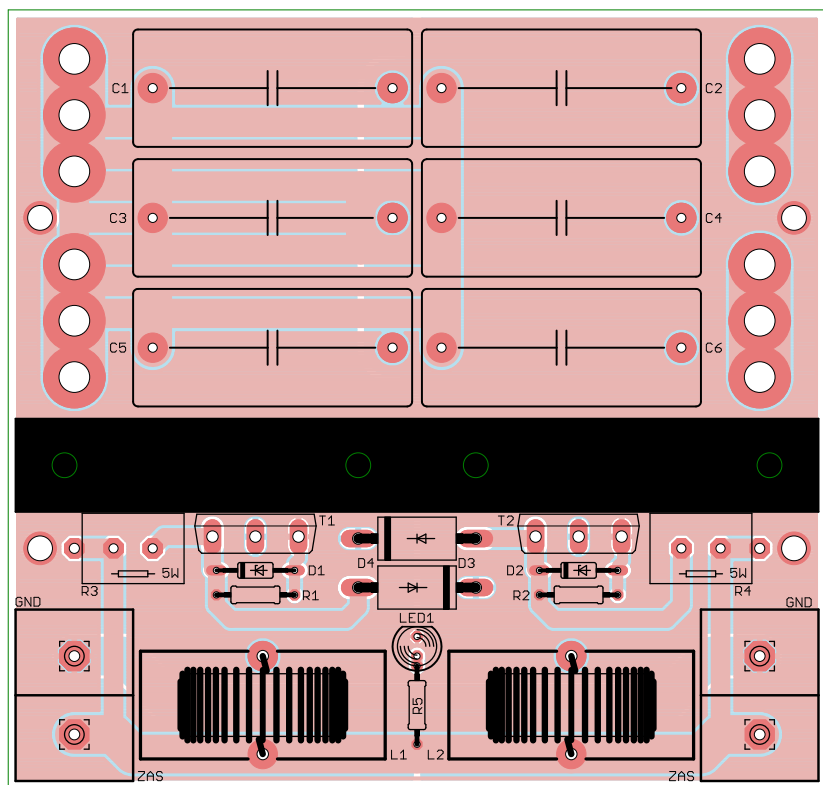
**Inne:**

L1, L2: dławik 50 μH  
ZAS: złącze ARK3 - 2 szt.  
Dystanse metalowe 30 mm - 6 szt.  
Śruby M4 - 10 szt.

**Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!  
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KITem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] - jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.  
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:  
• wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)  
• wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja kitu w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:  
• wersja [A\*] płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja  
• wersja [UK] zaprogramowany układ  
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!  
<http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB), prosimy o kontakt via email: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).



Rysunek 1. Schemat ideowy modelowej nagrzewnicy indukcyjnej

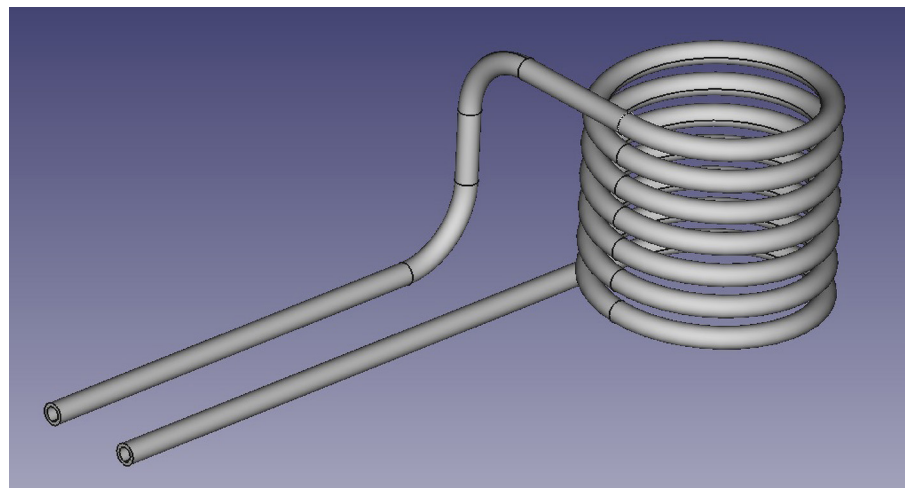


Rysunek 2. Schemat montażowy nagrzewnicy indukcyjnej

Prezentowana nagrzewnica została zaprojektowana w taki sposób, aby po zmontowaniu i włączeniu zasilania była gotowa do pracy, i nie było konieczności jej regulacji lub uruchamiania. Na **rysunku 1** pokazano schemat ideowy modelowej nagrzewnicy indukcyjnej. Jak można zauważyć, wykonano ją z kilkunastu elementów, z których najważniejszymi są dwa tranzystory, dwa dławiki, zestaw kondensatorów oraz zwojnica.

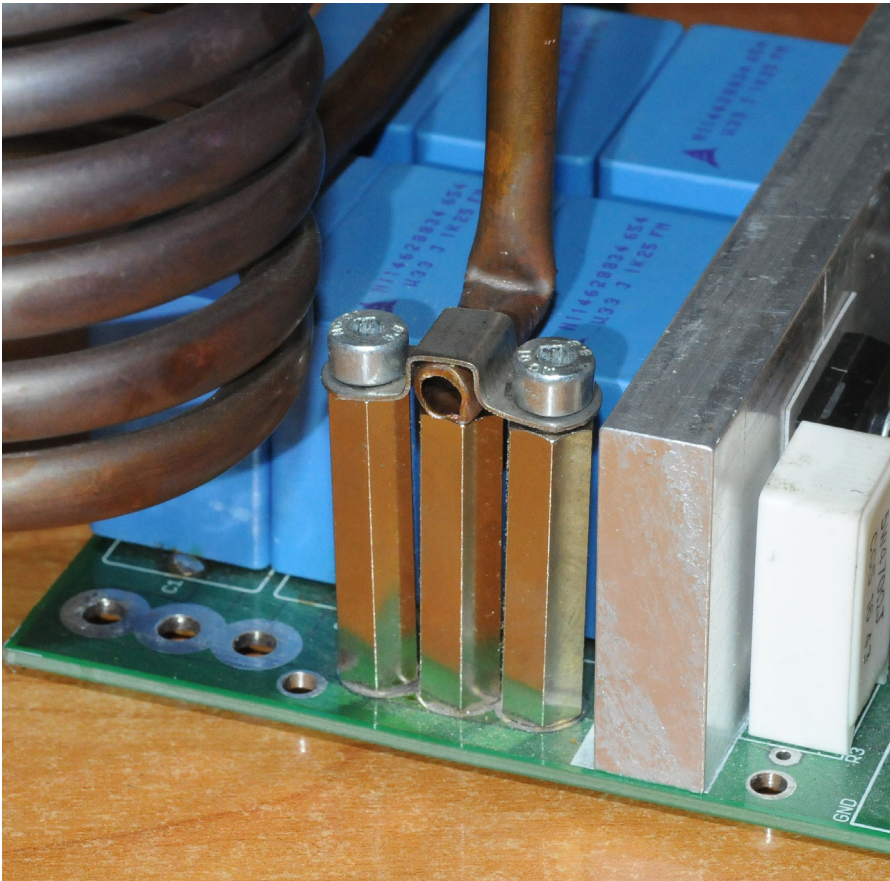
Podczas projektowania nagrzewnicy rozpatrywano różne konstrukcje, między innymi rozwiązania z generatorem o regulowanej częstotliwości. Jednak nagrzewnice z generatorem, którego częstotliwość należy ustawić ręcznie, nie pracują zbyt dobrze ze względu na zmianę parametrów indukcyjności i pojemności, które podczas pracy rozgrzewają się, co powoduje zmianę generowanej częstotliwości oraz odstrojenie od rezonansu.

Prezentowane rozwiązanie nagrzewnicy charakteryzuje się stabilnością pracy i dobrymi parametrami, jest powszechnie stosowane w urządzeniach DIY. Po włączeniu zasilania, generator automatycznie dostraja się do rezonansu i sam utrzymuje odpowiednią częstotliwość pracy, automatycznie reagując na zmiany temperatury

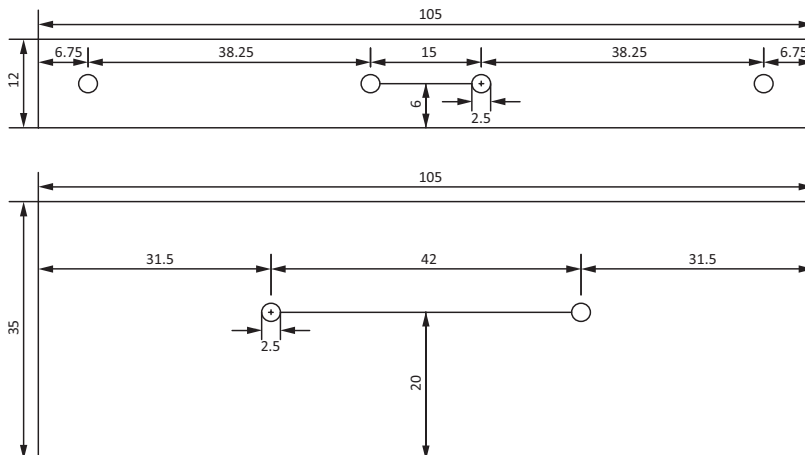


Rysunek 3. Przykładowy sposób wykonania zwojnicy

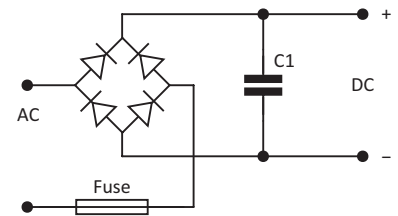




Fotografia 4. Sposób dołączenia zwojnicy do płytki



Rysunek 5. Wymiary radiatora w urządzeniu modelowym



Rysunek 6. Schemat ideowy zasilacza

zastosowanych komponentów. W porównaniu z typowym rozwiązaniem dla usprawnienia i podwyższenia niezawodności, w nagrzewnicy dodano kilka elementów. W obwodach bramek tranzystorów MOSFET T1 i T2 włączono diody Zenera D1 i D2 ograniczające napięcie na ich bramkach, zapobiegające uszkodzeniu tranzystorów oraz zastosowano diody D3 i D4, które usprawniają naprzemienne otwieranie się tranzystorów T1 i T2. Częstotliwość generowana przez modelową nagrzewnicę wynosi około 90 kHz i zależy od sumarycznej pojemności C1...C6 oraz indukcyjności zwojnicy.

Zwojnicę nagrzewnicy wykonano z rurki miedzianej o średnicy około 6 mm. Użycie pręta nie ma sensu ze względu na zjawisko naskórkowości. Z drugiej strony, miedziana rurka umożliwia łatwe chłodzenie zwojnicy podczas dłuższej pracy, np. za pomocą wody lub innej cieczy chłodzącej, którą można przepuścić przez wnętrze rurki.

### Montaż i uruchomienie

Układ nagrzewnicy wykonano na dwustronnej płytce drukowanej z metalizacją otworów, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Wszystkie elementy montowane są na jednej warstwie, a ich montaż najlepiej rozpocząć od elementów najmniejszych, takich jak rezystory R1, R2, R5, następnie diody D1, D2, D3 i D4. Tranzystory T1 i T2 należy włutować w taki sposób, aby można je było przykręcić do radiatora. Dławiki L1 i L2 najlepiej włutować na samym końcu. Wcześniejsze ich przylutowanie może utrudnić przykręcenie tranzystorów do radiatora.

REKLAMA

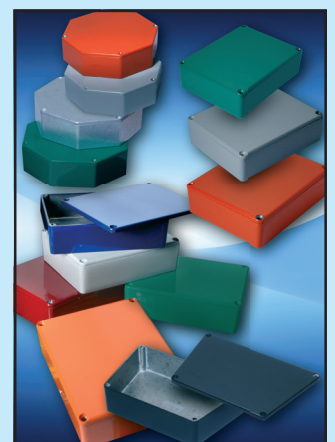
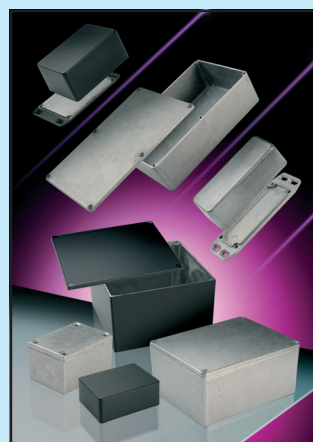


**Obudowy odlewane:  
standardowe i malowane**

Ponad 5000 różnych stylów obudowy:  
[hammfg.com/electronics/small-case](http://hammfg.com/electronics/small-case)

**+44 1256 812812**

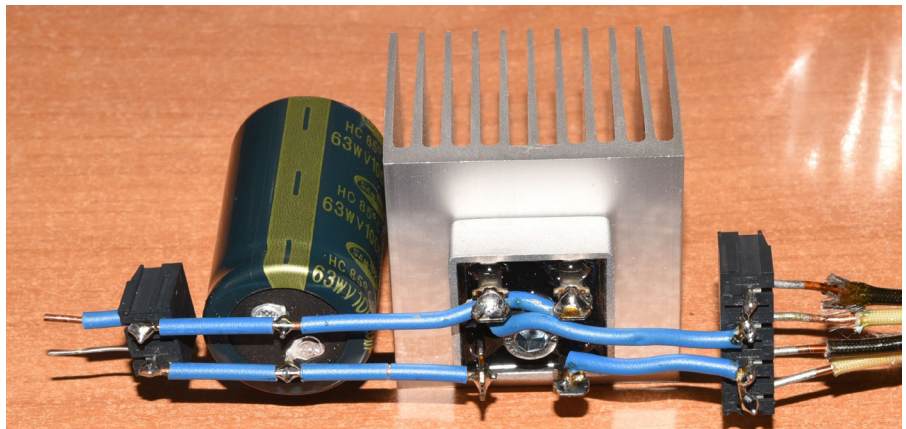
**sales@hammondmfg.eu**



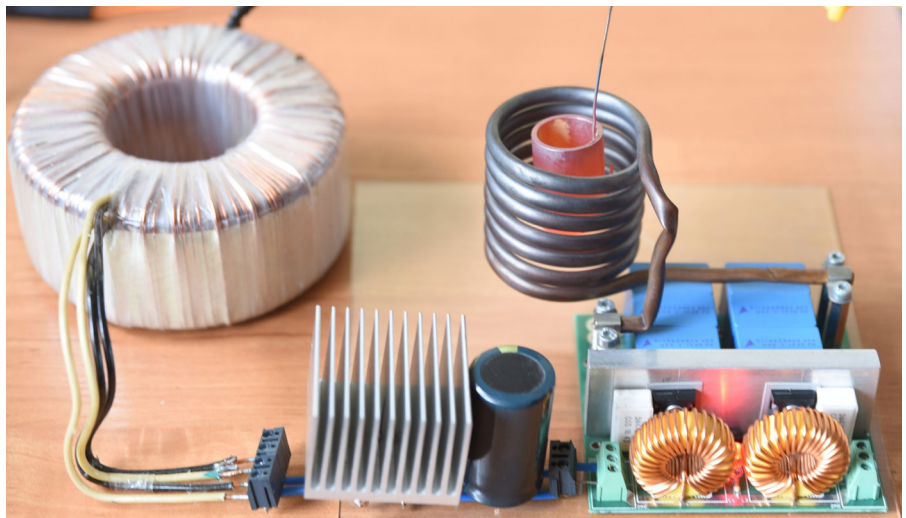
Zwojnicę wykonano z rurki miedzianej o średnicy około 6 mm nawiniętej na rdzeniu o średnicy około 50 mm. Należy nawinąć 6 lub 7 zwojów pozostawiając proste wyprorowadzenia służące do zamontowania w zaciskach generatora oraz do ewentualnego przyłączenia rurek z cieczą chłodzącą. Przykład wykonania cewki nagrzewnicy pokazano na **rysunku 3**. Do wykonania zwojownicy o siedmiu zwojach nawiniętych na rdzeniu o średnicy 50 mm należy zastosować rurkę o długości około 150 cm. Na **fotografii 4** pokazano sposób przyłączenia zwojownicy do płytki generatora.

Montując tranzystory należy dokładnie przymierzyć wysokości na jaką mają być wlutowane w płytkę tak aby otwory montażowe pasowały do otworów w radiatorze. Na **rysunku 5** pokazano wymiary modelowego radiatora z położeniem otworów montażowych dla tranzystorów.

Nagrzewnica jest zasilana napięciem z zakresu 12...48 V. Przeprowadzono również testy przy napięciu zasilania 55 V, jednak powyżej napięcia 40 V zastosowany sposób chłodzenia tranzystorów w postaci kawałka profilu aluminiowego jest niewystarczający i należy zwiększyć jego powierzchnię oraz wymusić przepływ powietrza. Ze względu na duży prąd pobierany przez nagrzewnicę podczas pracy z wsadem, sięgający nawet 30...40 A, do uruchomienia nagrzewnicy należy zastosować transformator o mocy około 1 kW i napięciu wtórnym 9...40 V AC, w zależności od wybranego napięcia pracy nagrzewnicy. Przemienne napięcie wtórne transformatora należy wyprostować mostkiem prostowniczym o prądzie około 50 A i wygładzić kondensatorem o pojemności około 10 mF. Schemat nieskomplikowanego prostownika pokazano na **rysunku 6**, a jego prototyp na **fotografii 7**.



Fotografia 7. Przykład wykonania zasilacza



Fotografia 8. Nagrzewnica podczas pracy

Na **fotografii 8** pokazano przykład pracy nagrzewnicy z wsadem w postaci metalowej rurki. W zależności od rodzaju rozgrzewanego metalu można uzyskać temperatury nawet powyżej 1000°C. Nagrzewnica nie rozgrzewa metali kolorowych, niemagnetycznych, takich jak aluminium. W celu

roztopienia aluminium należałoby zastosować tygiel z metalowym rdzeniem. Podczas pracy nagrzewnicy zwojnica silnie rozgrzewa się, więc podczas jej użytkowania należy zachować szczególną ostrożność i używać odzież ochronną oraz okulary.

AW

REKLAMA

**Wydanie specjalne „Raspberry Pi” to polski przekład światowego bestsellera na temat słynnego minikomputera**

**www.UlubionyKiosk.pl**

