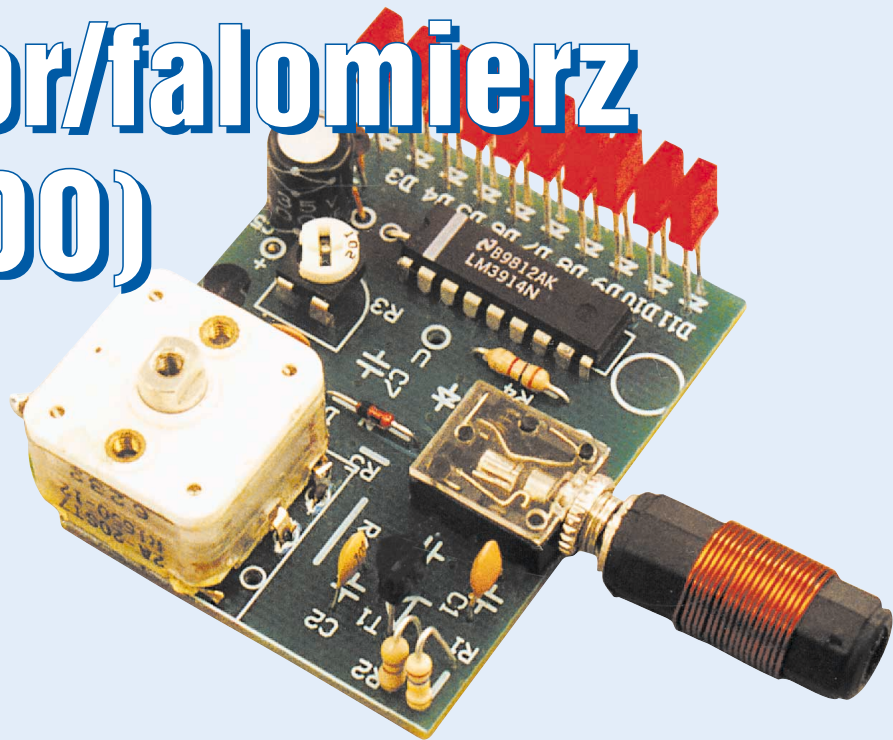


Generator/falomiernik W.CZ. (TDO)

kit
2478
AVT



Do czego to służy?

Nazwa TDO to skrót od angielskiej nazwy Trans-Dip-Oscillator. Jest to odpowiednik urządzenia lampowego o nazwie GDO (Grid-Dip-Oscylator) i bywa często nazywany po prostu dip-meter. Tak się składa, zresztą nie pierwszy raz, że nie ma tutaj odpowiednika w języku polskim.

TDO w warsztacie elektronika - radioamatora zajmuje drugie lub trzecie miejsce po mierniku uniwersalnym i ew. oscyloskopie. Obok podręcznego źródła sygnału w.cz. przyrząd pozwala określić m.in. częstotliwość rezonansową obwodu LC, zaś w pozycji falomiernika za jego pośrednictwem można określić promieniowanie w.cz. i z pewnym przybliżeniem oszacować częstotliwość sygnału w.cz. Oczywiście to tylko najważniejsze właściwości tego wszechstronnego przy-

rzędu (więcej możliwości zastosowania TDO - na końcu opisu). W każdym razie TDO może zastąpić kilka drogich przyrządów pomiarowych wszędzie tam, gdzie nie zależy nam na dużych dokładnościach pomiaru, a więc podczas wstępnego strojenia czy konstruowania urządzeń radiowych, gdzie występują cewki.

Zakres pomiarowy TDO zależy od liczby wykonanych cewek, zaś dokładność pomiarów - od precyzji w naniesieniu skali, a także od wprawy użytkownika.

Generatory - falomierniki były już opisywane na łamach EdW lub EP i występowały w ofertach handlowych jako kity AVT. W urządzeniach były zastosowane trudno osiągalne układy scalone albo także trudne do zdobycia obecnie wskaźniki analogowe - mikroamperomierze produkowane przed kilkunastu laty przez nieistniejące już zakłady krajowe. Z uwagi na trudności z naby-

ciem ww. podzespołów wspomniane kity zostały wycofane z oferty handlowej AVT.

Jak to działa?

Zasadniczym elementem urządzenia jest generator wykonany w układzie Hartleya na tranzystorze T1. Dodatkowo sprzężenie zwrotne jest zapewnione poprzez odczep na cewce L. Układ taki charakteryzuje się pewną pracą w szerokim zakresie częstotliwości. Układ modelowy był testowany w zakresie 0,3-30MHz w sześciu podzakresach.

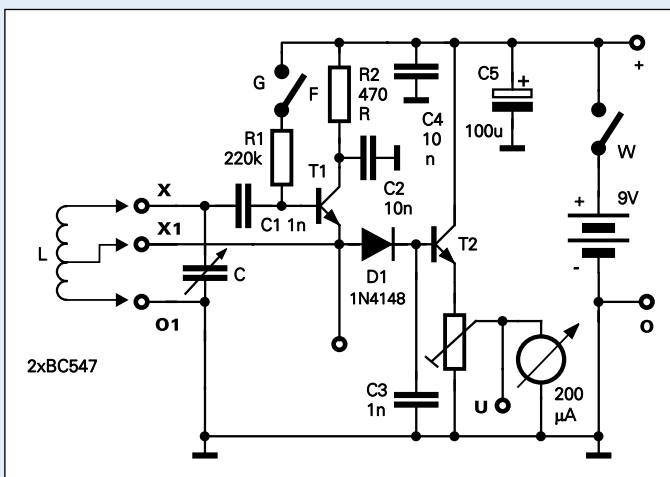
W skład obwodu rezonansowego wchodzi wymienna nieekranowana cewka L umieszczona na zewnątrz obudowy oraz kondensator o zmiennej pojemności zaopatrzonej w podziałkę częstotliwości. Można tu wykorzystać kondensator obrotowy w obudowie plastikowej o pojemności około 200pF (jedna sekcja agregatu AM) lub diodę pojemnościową np. BB130 o zbliżonej wartości pojemności sterowanej napięciem z potencjometru obrotowego.

Po generatorze następuje prostownik w.cz. zrealizowany na diodzie D1, a następnie wzmacniacz - separator napięcia z tranzystorem T2.

Napięcie z suwaka potencjometru R3 umieszczonego w obwodzie emitera T2 może być już wykorzystane do wysterowania cewki mikroamperomierza o zakresie 200µA. Oczywiście można za pośrednictwem dodatkowego gniazda DC dołączać miernik uniwersalny, lecz wydaje się, że zastosowanie wewnętrznego wskaźnika diodowego czyni przyrząd wygodniejszym w użyciu.

Zastosowany we wskaźniku układ scalony US1 - LM 3914 rozpoznaje poziom na-

Rys. 1 Układ uproszczony



pięcia analogowego i wysterowuje dziesięć diod świecących LED D2-D11 tworzących skalę. W przedstawionym układzie połączeń mamy do czynienia z prezentacją skali w formie linijki ze zmienną wysokością (im wyższe napięcie, tym więcej świeci dioda). Dioda LED D2 świeci się już przy napięciu około 0,2V na wejściu układu US1 (przy wzroście napięcia do koło 0,3V świecą się diody L2 i L3 itd).

Sygnal w.cz. w pozycji generatora "G" można odbierać bezpośrednio z odczepu cewki L poprzez zastosowanie dodatkowego gniazda BNC lub poprzez dodatkowe uzwojenie sprzęgające (link). Kolejną zaletą z zamontowania gniazda BNC będzie możliwość dołączenia cyfrowego miernika częstotliwości, ponieważ skalę mechaniczną na osi kondensatora należy traktować jako orientacyjną.

Do zasilania przyrządu można wykorzystać baterię 6F22 o napięciu 9V lub użyć sieciowego zasilacza stabilizowanego 9V.

Choć zasada działania układu była już wielokrotnie opisywana przy różnych okazjach, to ze względu na Czytelników, którzy pierwszy raz czytają na temat TDO - warto ją przypomnieć poniżej.

Przy włączonym napięciu zasilania TDO (pozycja przełącznika - G) nieekranowana cewka L promieniuje energię w.cz. o ustalonej częstotliwości f. Jeżeli obwód rezonansowy z cewką L zostanie sprzęgnięty z innym obwodem o identycznej częstotliwości rezonansowej, zgaśnięcie diody LED wskaże gwałtowny spadek wartości napięcia (lub spadek wychylenia wskazówki dołączonego miernika - tak zwany "dip").

Fakt ten tłumaczy się tym, że przy zgodności obydwu częstotliwości badany obwód pobiera część energii z obwodu generatora, powodując zmniejszenie amplitudy sygnału

na wyjściu wtórnika emiterowego (suwaku potencjometru).

Jeżeli generator nie jest zasilany, czyli przy odłączonym zasilaniu polaryzacji (pozycja F), układ działa jako falomierz absorpcyjny. Przy zgodności obu częstotliwości (mierzonego obwodu LC generującego energię w.cz. i obwodu z cewką L) wskazówka miernika będzie wskazywała wartość maksymalną.

Układ może działać jako wskaźnik natężenia pola. Zewnętrzne napięcie w.cz. indukowane w obwodzie LC (kiedy cewka L jest w pobliżu źródła sygnału w.cz. np. w pobliżu anteny nadajnika) jest prostowane na diodzie D1 i dalej podawane na wskaźnik jak poprzednio. Im większe napięcie w.cz., tym więcej świeci dioda LED.

Montaż i uruchomienie

Układ modelowy zmontowano na małej płycie drukowanej, której rysunek ścieżek pokazano we wkładce.

Oczywiście przed montażem musimy wybrać wariant z kondensatorem zmiennym lub wskaźnikiem LED.

W każdym przypadku wymienne cewki należy nawinąć własnoręcznie, rozpoczynając od cewki z najwyższego zakresu (minimalnej liczbie zwojów), zwracając uwagę, aby nie wprowadzać dodatkowych indukcyjności w doprowadzeniach do wyprowadzeń tyków.

Zwoje można układać bezpośrednio na plastikową osłonę wtyku jack lub lepiej na cylindryczny karkas z materiału izolacyjnego, którego zadaniem będzie podniesienie średnicy uzwojenia, a w konsekwencji dobroci cewki (uzyskamy wyraźniejszy "dip").

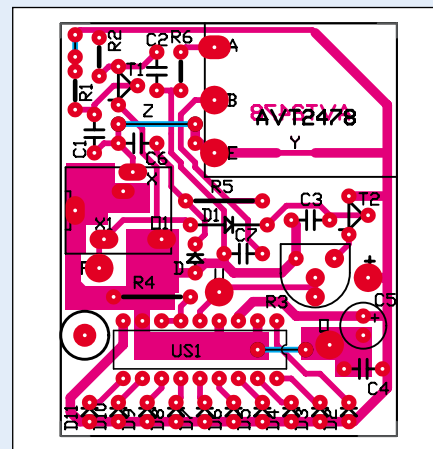
Przy eksperymentalnym dobieraniu liczby zwojów do wyjścia "F" można podłączyć cyfrowy miernik częstotliwości lub posłużyć

się odbiornikiem radiowym z odpowiednim zakresem częstotliwości.

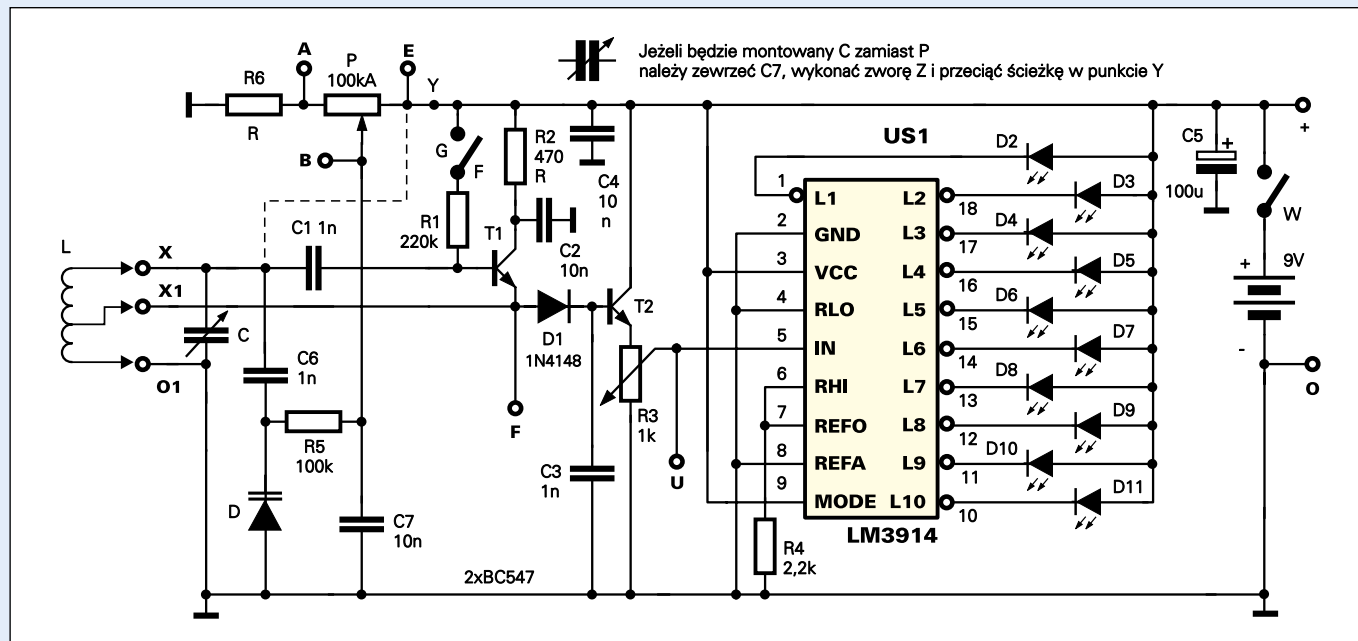
Ponieważ z listów do redakcji EdW (i nie tylko) wynika, że istnieje duża niechęć do samodzielnego wykonywania indukcyjności, autor postanowił podzielić się swoim doświadczeniem na ten temat. Tak naprawdę choć samodzielne wykonywanie cewek jest dość proste, to wymaga minimum wiedzy i doświadczenia. Ponadto zawsze istnieje obawa, że z różnych powodów dane nawojowe cewki modelowych będą mało przydatne przy montażu urządzenia (inne wartości podzespołów). Z tego też względu zamiast wyposażać kit w gotowe cewki, postanowiliśmy podać kilka wskazówek przydatnych przy własnoręcznym nawijaniu indukcyjności.

Na początku wypada uświadomić mniej doświadczonym elektronikom, że zakres zmian częstotliwości TDO jest uzależniony od zakresu zmian pojemności w generatorze przyrządu. Niezależnie od tego, czy będziemy mieli do czynienia z kondensatorem zmiennym, czy z diodą pojemnościową zastosowaną w TDO, to stosunek zmian

Rys. 3 Schemat montażowy



Rys. 2 Schemat ideowy



częstotliwości maksymalnej do minimalnej z zastosowaną cewką o danej indukcyjności L można wyrazić następującym wzorem:

$$\text{gdzie: } \frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \sqrt{\frac{C_{\max}}{C_{\min}}}$$

f_{\max} - maksymalna wartość częstotliwości. Wartość ta występuje przy minimalnej pojemności kondensatora zmiennego (wykręconym rotorze) lub maksymalnym napięciu doprowadzonym z suwaka potencjometru P do katody diody pojemnościowej D (w naszym przypadku 9V)

f_{\min} - minimalna wartość częstotliwości. Wartość ta występuje przy maksymalnej pojemności kondensatora zmiennego (wkręconym rotorze) lub minimalnym napięciu doprowadzonym z suwaka potencjometru P do katody diody pojemnościowej (około 1V).

Nasuwa się tutaj oczywisty wniosek, że aby uzyskać szeroki zakres zmian częstotliwości, trzeba dysponować kondensatorem o szerokim zakresie zmian pojemności (można połączyć sekcje równolegle i uzyskać około 400-500pF) lub użyć kilku diod pojemnościowych połączonych równolegle.

Wypada dodać, że w powyższym przypadku co prawda zaoszczędzimy na nawijaniu cewek (będzie ich mniej - z sześciu można zejść do czterech), ale w praktyce wystąpią problemy z precyzyjną nastawą wartości częstotliwości.

Kolejnym pytaniem, jakie mogą zadać czytelnicy może być sposób określania pojemności wejściowych TDO (maksymalnych i minimalnych obwodu drgań generatora). Oczywiście można przyjąć wartości katalogowe zastosowanych kondensatorów lub diod pojemnościowych, ale trzeba dodać jeszcze pojemności wejściowe układu i montażowe, są one trudne do ustalenia.

Znacznie dokładniej można wyznaczyć te niewiadome wartości metodą techniczną. W tym celu do wejścia TDO podłączamy cewkę nawiniętą "na oko" (np. 20 zwojów drutu DNE 0,3 z odczepem po 7 zwoju; odstęp w około 1/3 liczby zwojów od strony masy) a do wyjścia F miernik częstotliwości i postąpić według następującej "recepty":

- mierzymy wartość częstotliwości f_1 przy ustawionej minimalnej wartości pojemności

kondensatora (w przypadku diody pojemnościowej suwak od strony "+" baterii zasilania)

- do zacisków cewki dołączamy równolegle kondensator o znanej wartości np. $C=100\text{pF}$ i odczytujemy wartość częstotliwości f_2 (będzie mniejsza niż poprzednio)

- wyznaczamy minimalną pojemność wejściową ze wzoru:

$$C_{\min} = \frac{C}{\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 - 1}$$

- mierzymy wartość częstotliwości f_3 przy ustawionej maksymalnej wartości pojemności kondensatora (w przypadku diody pojemnościowej suwak od strony masy zasilania)

- do zacisków cewki dołączamy równolegle kondensator o znanej wartości jak poprzednio np. $C=100\text{pF}$ i odczytujemy wartość częstotliwości f_4 (będzie mniejsza niż poprzednio)

- wyznaczamy maksymalną pojemność wejściową ze wzoru:

$$C_{\max} = \frac{C}{\left(\frac{f_3}{f_4}\right)^2 - 1}$$

Znając pojemność obwodu drgań i założoną częstotliwość, bez trudu można obliczyć potrzebną wartość indukcyjności cewki ze wzoru:

$$L = \frac{25330}{f_{\max}^2 * C_{\min}}$$

$$\left(f_{\min} = \frac{159}{L C_{\max}}\right)$$

C - pojemność kondensatora [pF]

L - indukcyjność cewki [uH]

f - częstotliwość [MHz]

Oczywiście należy pamiętać, że jeżeli do wzoru podstawimy C_{\max} , to musimy użyć dolnej wartości częstotliwości, czyli f_{\min} (i odwrotnie).

Przy wykonywaniu danej cewki należy wiedzieć, że na jej wartość indukcyjności wpływają następujące czynniki:

- średnica cewki,
- długość cewki,
- liczba zwojów i rodzaj uzwojenia,
- pojemność własna cewki.

Samoindukcja cewki L jest tym większa, im większa jest jej średnica, im mniejsza długość nawinięcia cewki, im ciaśniej są one ułożone oraz im więcej jest na niej zwojów.

Indukcyjność cewki zależy od liczby zwojów (wprost proporcjonalnie) do ich kwadratu. Jeżeli zatem jedna cewka będzie miała np. 12 zwojów, druga cewka tylko 4 zwoje, nawiniętych identycznie, to indukcyjność cewki pierwszej będzie miała wartość nie trzykrotnie, ale dziewięciokrotnie większą od indukcyjności cewki drugiej.

Przy obliczaniu liczby zwojów cewek TDO możemy posłużyć się wygodnym praktycznym wzorem.

$$n = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{1000L}{k}}$$

gdzie:

n - liczba zwojów cewki

L - indukcyjność [μH]

d - średnica cewki uzwojenia cewki [cm] (można przyjąć średnicę cylindra - karkasu)

k - współczynnik kształtu wynikający ze stosunku średnicy d do długości l uzwojenia.

Wartość współczynnika k w zależności od stosunku średnicy cewki do jej długości wynosi odpowiednio (k-d/l): 9,1-0,25, 8,2-0,5, 7-1, 6-1,5, 5,2-2, 4,7-2,5, 4,3-3, 4-3,5, 3,8-4, 3,7-4,5, 3,6-5.

Oczywiście powyższy wzór jest słuszny z pewnym przybliżeniem dla cewek cylindrycznych jednowarstwowych.

Jeżeli ktoś ma do dyspozycji multimetr z zakresem indukcyjności, to może sprawdzić, czy wartość wyliczona ze wzoru będzie

Wykaz elementów

Rezystory

R1	.....	.180k Ω
R2	.....	.470 Ω
R3	.....	.1k Ω potencjometr montażowy
R4	.....	.2,2k Ω
R5	.....	.47k Ω
R6	.....	.1k Ω
P	.....	.10k Ω /A

Kondensatory

C1, C3, C6	.....	.1nF
C2, C4, C7	.....	.10nF
C5	.....	.100 μF
*C	.....	.5-200pF

Półprzewodniki

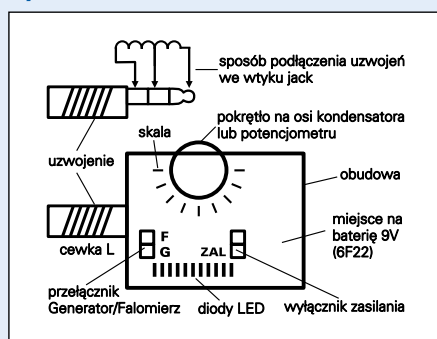
D1	.....	.1N4148
*D	.....	.dioda pojemnościowa np. BB130
D2-D11	.....	.diody LED 3mm płaskie
T1, T2	.....	.BC547
US1	.....	.LM3914

Inne

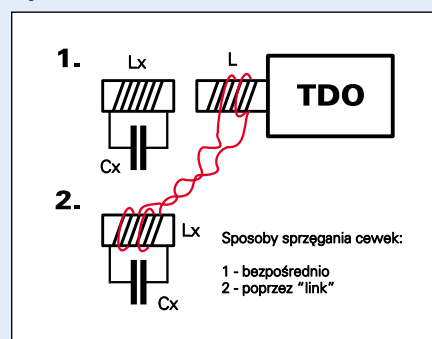
G	.....	.gniazdo Jack stereo
W	.....	.wtyki Jack stereo 6sz.
L	.....	.cewki wg opisu

* (kondensator zmienny występuje w przypadku rezygnacji ze strojenia elektronicznego; nie wstawiać: P, D, C6, C7, R5)

Rys. 4



Rys. 5



Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT - 2478

zbliżona z pomierzoną miernikiem (dla minimalnych zakresów indukcyjności multimetry mają z reguły bardzo duże błędy pomiarowe).

Po wykonaniu wszystkich potrzebnych cewek, czyli w końcowej fazie montażu TDO, należy na górną część obudowy nakleić biały kartonik i nanieść choćby prowizoryczną skalę, chyba że będziemy zawsze mieli pod ręką miernik częstotliwości, nie mówiąc już o takim luksusie jak wyposażenie TDO w wewnętrzną skalę częstotliwości.

Suwak potencjometru montażowego należy tak ustawić, aby świeciło się około 3/4 diod LED. Zmiana liczby świecących diod na różnych podzakresach jest zjawiskiem normalnym (wraz ze zmianą wartości indukcyjności oraz pojemności kondensatora zmiennego zmienia się w pewnym stopniu wartość napięcia wyjściowego generatora).

Na zakończenie jeszcze wypada zwrócić uwagę, że przy wykorzystaniu przyrządu do

strojenia torów odbiorczych AM lub FM układ generatora należy wyposażyć w modulator.

Wprowadzenie modulacji do układu można przeprowadzić w najprostszy sposób poprzez dołączenie do rezystora R1 sygnału z generatora akustycznego np. na LM 555 o częstotliwości około 1kHz. Przy strojeniu torów, gdzie występuje dodatkowy generator BFO, a więc demodulatorów sygnałów CW i SSB, nie ma potrzeby stosowania modulacji i wystarczy sama nośna z TDO.

Obsługa TDO

Dla stykających się pierwszy raz z przyrządem TDO podajemy jego przykładowe zastosowania.

Generator (pozycja G)

* Generator sygnału w.cz.

Na skali ustawiamy potrzebną wartość częstotliwości, a sygnał w.cz. odbieramy z wyjścia F lub poprzez tak zwany "link" (dwa zwoje drutu nawinięte na cewkę L).

Podczas strojenia odbiorników cewkę przyrządu można zbliżyć do wejścia antenowego sprawdzanego odbiornika, a na podziałce TDO ustawić wymaganą częstotliwość. Obwody odbiornika stroimy na maksimum odbieranego sygnału (cewki eliminatora oczywiście na minimum). Do strojenia

zwykłych odbiorników radiofonicznych sygnał generatora powinien być modulowany.

* Strojenie obwodów rezonansowych LC

Na skali przyrządu ustawiamy żądaną wartość częstotliwości, a cewkę TDO sprzęgamy ze strojonym obwodem i dostajemy go (rdzeniem w cewce lub pojemnością np. trymerem) do momentu zauważenia tak zwanego "dipu" - zgaśnięcia diody LED.

* Określanie częstotliwości rezonansowej badanego obwodu LC

Do cewki TDO zbliżamy cewkę badanego obwodu LC i obracamy pokrętką TDO aż do uzyskania wyraźnego "dipa" (mierzoną częstotliwość odczytujemy z podziałki lub dołączonego miernika).

* Określenie indukcyjności cewek

Badaną cewkę L_x łączymy z kondensatorem o znanej pojemności C , a następnie określamy częstotliwość rezonansową tak powstałego obwodu LC. Indukcyjność wyliczamy ze wzoru:
$$L_x = \frac{25330}{C f^2}$$

* Określenie pojemności kondensatorów

Postępujemy podobnie jak przy L_x , z tym że cewka musi mieć znaną indukcyjność. Pojemność wyliczamy ze wzoru:

$$C_x = \frac{25330}{L f^2}$$

* Określanie liczby AL badanego rdzenia ferrytowego w.cz.

AL to liczba zwojów przypadająca na 1nH - potrzebna przy projektowaniu cewek z rdzeniem.

Znając pojemność kondensatora C obwodu oraz liczbę zwojów n cewki i jej indukcyjność można wyznaczyć liczbę AL ze wzoru:

$$A_L = \frac{L}{n^2}$$

Falomierz (pozycja F)

* Określenie częstotliwości obwodu LC występującego w układzie.

Cewkę przyrządu TDO sprzęgamy z badanym obwodem, na przykład z wyjściem generatora lub nadajnika i obracając pokrętką TDO, dążymy do zaświecenia się maksymalnej liczby diod LED, ew. uzyskania maksymalnego wychylenia dołączonego wskaźnika analogowego (częstotliwość rezonansową odczytujemy ze skali przyrządu).

* Strojenie nadajnika

Cewkę przyrządu TDO sprzęgamy z wyjściem antenowym badanego nadajnika. Obwody wyjściowe nadajnika stroimy na maksymalną liczbę świecących diod, ew. maksimum wychylenia wskaźnika analogowego (przy ustalonej częstotliwości). Przy strojeniu filtrów - eliminatorów (pułapek) postępujemy odwrotnie, to znaczy stroimy na min. sygnału.

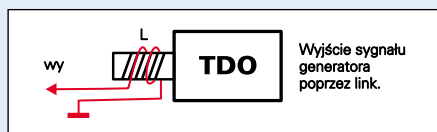
* Wskaźnik pola w.cz.

Cewkę przyrządu TDO umieszczamy w polu promieniowania anteny. W celu zwiększenia czułości TDO do cewki L można przyłączyć kawałek przewodu pełniący funkcję anteny. Orientacyjnie w ten sposób można również określić charakterystykę promieniowania anteny.

* Określenie częstotliwości rezonansowych anten

Przy badaniu anten niesymetrycznych na cewkę TDO nakłada się "link", który łączy się z przewodem zasilającym antenę. Pokrętką z podziałką obraca się aż do wystąpienia zauważalnego "dipa". W przypadku anten symetrycznych "link" musi mieć trzy zwoje, z których środkowy łączy się z masą TDO.

Rys. 6



REKLAMA · REKLAMA · REKLAMA

OVERLOCKING!

- coolery "GOLDER ORB" do procesorów ATHLON, DURON, CELERON, PIII, PIV
- coolery "BLUE ORB" do chipsetów kart grafiki
- wentylatory dodatkowe
- moduły Peltiera
- pasty termoprzewodzące
- kleje termoprzewodzące
- przekładki termoprzewodzące do mocowania radiatorów

04-761 Warszawa, ul. Zwolenska 43
tel. (022) 615-64-31, 615-73-71
fax (022) 615-73-75
e-mail: info@semicon.com.pl
http://www.semicon.com.pl

Sklepy firmowe:
1. Warszawa, ul. Wolowen 53
paw. 70A, tel. 669-98-22
2. Warszawa, Warszawska Giełda Elektroniczna, paw. 9,
przebieście podziemne Al. Niepodległości/Trasa Łazienkowska
tel. 825-05-64, 825-91-00 wew. 110

Andrzej Janeczek