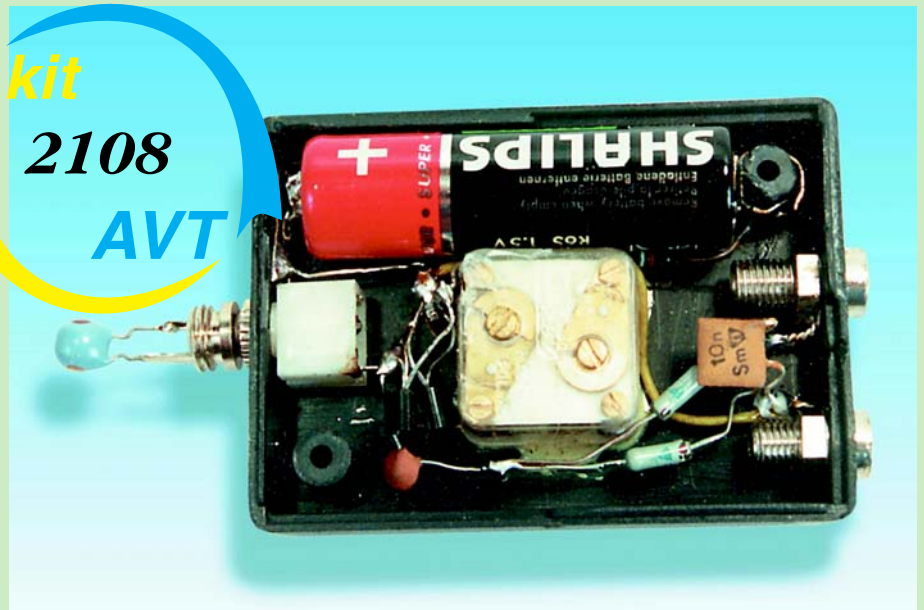


# Falomierz - generator w.cz. (TDO)

kit  
2108  
AVT



## Do czego to służy?

TDO to skrót od nazwy *trans-dip-oscillator*. Jest to bardzo użyteczny przyrząd w pracowni elektronika-radioamatora. Umożliwia on w pozycji falomierza pomiar z pewnym przybliżeniem częstotliwości sygnału w.cz., zaś w pozycji generatora jest źródłem niemodulowanego sygnału w.cz. Po dołączeniu posiadanego multimetru - wskaźnika generowanego napięcia w.cz. - TDO pozwala określić częstotliwość rezonansową obwodu LC. Przyrząd może być używany przy konstruowaniu radiodbiornika czy nadajnika, a także wszędzie tam, gdzie występują cewki w zakresie częstotliwości 1...30MHz. Pomimo prostoty, urządzenie może zastąpić kilka drogich przyrządów pomiarowych. Dokładność pomiarów zależy od precyzji w naniesieniu skali oraz od wprawy użytkownika.

Na końcu artykułu podamy przykładowe możliwości zastosowań tego przyrządu.

## Jak to działa?

Schemat ideowy TDO przedstawiono na rysunku 1. Uważni Czytelnicy zauważą, że w skład urządzenia wchodzi dwa opisywane już układy:

- generator w.cz. (EdW 5/96)
- wskaźnik napięcia w.cz. (EdW 3/96)

Najważniejszym elementem TDO jest strojony obwód rezonansowy w skład którego wchodzi wymienna nieekranowana cewka L umieszczona na zewnątrz obudowy oraz kondensator obrotowy C zaopatrzonego w podziałkę częstotliwości. Wykorzystano tu przypadkowy kondensator zmienny w obudowie plastikowej typu KOD, z równolegle połączonymi sekcjami, o wypadkowej pojemności około 250pF. W generatorze zastosowano dwa tranzystory T1 i T2 typu BF199

sprężone galwanicznie, co zapewnia nieco większą częstotliwość pracy oraz stabilność niż stosowane pierwotnie tranzystory m.cz. Przy zastosowaniu tranzystorów pnp należy zmienić kierunek włączenia zasilania. Przy zasilaniu napięciem wyższym niż 1,5V, należy odpowiednio zwiększyć wartość rezystora R1. Zasadę działania układu oraz zależność częstotliwości od wartości elementów LC podaliśmy w EdW 5/96.

Napięcie w.cz. z generatora jest prostowane w układzie podwajacza napięcia z diodami germanowymi D1, D2 typu AAP120 i doprowadzone do gniazdek radiowych umożliwiających dołączenie miernika analogowego (mikroamperomierza o zakresie 50-200µA). Oczywiście można dołączyć multimetr cyfrowy, lecz wydaje się, że oko jest bardziej wyczulone na wychylenia wskazówki niż na zmiany wskaźnika cyfrowego (być może to tylko subiektywne odczucie autora). Celowo zrezygnowano z potencjometru na wyjściu, ponieważ wychylenie wskazówki miernika na koło 3/4 skali można uzyskać poprzez zmianę zakresu miernika (niezależnie czy to jest zakres miliamperomierza czy woltomierza).

Podczas pracy TDO (pozycja 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, wskazówka miernika wskaże gwałtowny spadek wartości (tak zwany "dip"). Dzieje się tak dlatego, że przy zgodności obydwu częstotliwości badany obwód pobiera część energii z obwodu generatora powodując zmniejszenie amplitudy sygnału.

Jeżeli generator nie jest zasilany (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 maksymalną amplitudę.

## Montaż i uruchomienie

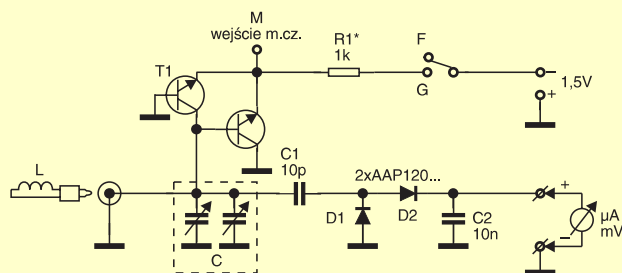
Układ elektryczny zamontowano bezpośrednio sposobem przestrzennym w obudowie plastikowej, choć wskazane jest zastosowanie obudowy metalowej ze względu na właściwości ekranujące.

Jako cewki można wykorzystać łatwo dostępne dławiki w.cz., których końce przylutowano do wyprowadzeń wtyku Jack.

Dla poniższych podzakresów można zastosować dławiki o następujących indukcyjnościach:

- I - 1...3MHz: 100µH
- II - 3...10MHz: 10µH
- III - 10...30MHz: 1µH

Chcąc zmniejszyć zakres częstotliwości (zakres fal długich czy średnich), należy wybrać dławiki o większej indukcyjności, np. 1mH, lub dołączyć do dławika dobrany dodatkowy kondensator. Analogicznie, aby uzyskać zakres UKF, trzeba podłączać dławiki o mniejszej indukcyjności, np. 0,1µH, z tym, że z zastosowanym kondensatorem zmiennym następuje w skrajnym jego położeniu zrywanie drgań (za duża wartość pojemności). Jeżeli ktoś będzie chciał zrezyg-



Rys. 1. Schemat ideowy TDO.

nować z falomierza, to można nie instalować wyłącznika zasilania, ponieważ wyjęcie cewki z gniazdka jest równoznaczne z wyłączeniem zasilania.

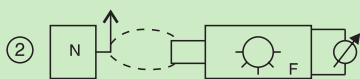
W końcowej fazie montażu należy na górną część obudowy nakleić biały kartonik z naniesioną podziałką i napisami. Do skalowania można wykorzystać odbiornik pokrywający wymagany zakres częstotliwości lub lepiej - częstotściomierz cyfrowy podłączony do wyjścia generatora w.cz. za pomocą kondensatora około 10pF. Na skalę można nanieść tylko jedną podziałkę i korzystać z tabelki przeliczeniowej sporządzonej dla konkretnych dławików.

## Przykładowe zastosowania

### Pozycja F (falomierz)



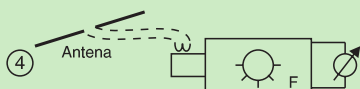
Wyznaczanie częstotliwości obwodu LC generującego sygnał w.cz. Cewkę przyrządu sprzęga się z badanym obwodem, na przykład z wyjściem generatora czy nadajnika i, obracając pokrętkę TDO, dąży się do uzyskania maksymalnego wychylenia wskaźnika. Częstotliwość rezonansową odczytuje się ze skali przyrządu.



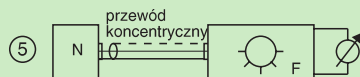
Strojenie nadajnika. Cewkę przyrządu sprzęga się z wyjściem antenowym sprawdzanego nadajnika. Strojenie obwodów nadajnika odbywa się na maksimum wskazań wskaźnika, oczywiście przy ustalonej częstotliwości. Tylko podczas równoważenia modulatora DSB stroimy na minimum.



Wskaźnik natężenia pola elektromagnetycznego. Przyrząd umieszczamy w polu promieniowania anteny. W celu zwiększenia jego czułości do cewki TDO można przyłączyć kawałek przewodu pełniącego funkcję anteny. W ten sposób można również określić charakterystykę promieniowania anteny.



Pomiar częstotliwości rezonansowych anten. W przypadku anten zasilanych kablem na cewkę TDO nakłada się "link" (pętka składająca się z dwóch zwojów drutu), który łączy się z przewodem zasilającym antenę. Pokrętkę z podziałką obraca się aż do wystąpienia minimum wychylenia ("dip").



Sonda w.cz. Skręcamy kondensator zmienny na minimalną wartość, a w miejsce cewki podłączamy sygnał pomiarowy w.cz. i odczytujemy wartość napięcia na dołączonym multimetrze. Zastosowanie oraz posługiwanie się sondą było opisane w EdW 3/96 - str. 49.

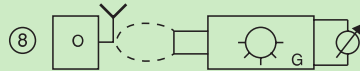
### Pozycja G (generator)



Określanie częstotliwości rezonansowej obwodu LC. Do cewki przyrządu zbliża się cewkę badanego obwodu LC i obracając pokrętkę TDO aż do uzyskania wyraźnego minimum wychylenia wskaźnika ("dip") miernika. Mierzoną częstotliwość odczytuje się z podziałki.



Strojenie obwodów rezonansowych LC. Na skali TDO ustawia się żadaną wartość częstotliwości. Cewkę przyrządu sprzęga się ze strojonym obwodem i dostraja się rdzeń w cewce lub pojemność) do momentu uzyskania najmniejszego wychylenia ("dip").



Generacja sygnałów w.cz. Generator może służyć do orientacyjnego strojenia odbiorników. W tym celu cewkę przyrządu należy zbliżyć do wejścia antenowego sprawdzanego odbiornika i na podziałce TDO ustawić wymaganą częstotliwość. Obwody odbiornika stroimy na maksimum odbieranego sygnału. W przypadku odbiorników AM należy dołączyć do emiterów tranzystorów generator m.cz. 1kHz celem uzyskania sygnału modulowanego.



Pomiar indukcyjności cewek. Badaną cewkę łączymy z kondensatorem o znanej pojemności, a następnie określamy częstotliwość rezonansową tak powstałego obwodu LC. Indukcyjność wyliczamy ze wzoru:

$$Lx = \frac{25330}{C \cdot f^2} \quad [\mu H, pF, MHz]$$



Pomiar pojemności kondensatorów. Postępujemy jak wyżej, z tym, że cewka musi mieć znaną indukcyjność. Pojemność wyliczamy ze wzoru:

$$Cx = \frac{25330}{L \cdot f^2}$$

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 1kW

### Kondensatory

C: 10...250pF, kondensator zmienny obrotowy typu KOD

C1: 10pF

C2: 10nF

### Półprzewodniki

T1, T2: BF199 itp.

D1, D2: AAP120 itp.

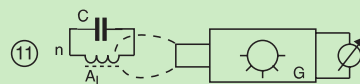
### Różne

L: 100μH, 10μH, 1μH

Gniazdo "mini Jack" z wtyczką (3 szt.)

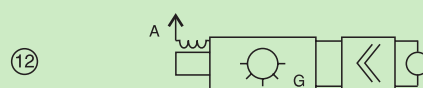
Gniazdzka radiowe (2 szt.)

Obudowa plastikowa



Określanie liczby AL nieznanego rdzenia ferrytowego w.cz. AL to liczba zwojów przypadająca na 1nH. Znając liczbę zwojów oraz indukcyjność obwodu można wyznaczyć liczbę AL ze wzoru:

$$A_L = \frac{L}{n^2} \quad [nH]$$



Mininadajnik AM. Do emiterów tranzystorów podłączamy wzmacniacz m.cz. z mikrofonem zaś do cewki anteny w postaci np. odcinka drutu. Zasięg nadajnika z zastosowaniem domowego radioodbiornika z zakresem fal średnich lub krótkich wynosił kilka metrów.



Określanie częstotliwości rezonatorów kwarcowych. Do wyprowadzeń rezonatora kwarcowego podłączamy "link" (kilka zwojów drutu) który zbliżamy do cewki TDO i obracając pokrętkę znajdujemy "dip". Należy bardzo powoli pokręcać pokrętkę kondensatora ponieważ dip jest bardzo "ostry" i można nie zauważyć spadku amplitudy sygnału.

Prawda, że trudno znaleźć urządzenie spełniające więcej funkcji? Z tego też powodu TDO powinien, obok miernika uniwersalnego, znaleźć podstawowe wyposażenie pracowni elektronika-radioamatora.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2108.