

Przyrząd ten często nazywany skrótem TDO (Trans-Dip-Oscillator) jest odpowiednikiem lampowego GDO (Grid-Dip-Oscillator). Zastępuje on kilka przyrządów potrzebnych przy konstruowaniu urządzeń krótkofalarskich i jest wykorzystywany w szerokim zakresie częstotliwości jako:

- generator niemodulowanych sygnałów w.c.z. ze wskaźnikiem amplitudy generowanego napięcia,
- generator sygnałów o modulowanej amplitudzie,
- kalibrator kwarcowy,
- falomierz absorpcyjny,
- generator m.cz.

Schemat ideowy uproszczonej wersji falomierza-generatora przedstawiono na rys. 1. Podstawowym elementem TDO jest strojony obwód rezonansowy, w skład którego wchodzi wymienna, nie ekranowana cewka, umieszczona na zewnątrz przyrządu oraz kondensator obrotowy, zaopatrzony w podziałkę częstotliwości. Użyto tu kondensatora w obudowie plastikowej firmy DUCATI z równolegle połączonymi sekcjami, o łącznej pojemności około 250 pF. Można tu oczywiście zastosować każdy inny kondensator zmienny, np. KPOM 80/165.

Generator zmontowany został na układzie scalonym typu UL 1202. Kondensator C_2 tworzy pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego, umożliwiającego powstanie oscylacji w układzie. Częstotliwość układu zależy od obwodu rezonansowego i wyraża się wzorem:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_3 + C_m)}}$$

C_m - pojemności montażowe

Napięcie w.c.z. z generatora jest prostowane w układzie podwajacza napięcia z diodami D_1 , D_2 typu DOG 61(AAP152) i dalej poprzez potencjometr R_1 podane jest na wskaźnik mikroamperomierza (50 μA). Potencjometr umożliwia ustalenie wskazówki wskaźnika na około 3/4 skali.

Podczas pracy urządzenia, nie ekranowana cewka L promieniuje energię w.c.z. o wybranej wartości częstotliwości. Jeżeli obwód rezonansowy

FALOMIERZ - GENERATOR (TDO)

z cewką L zostanie sprzęgnięty z innym obwodem o identycznej częstotliwości rezonansowej, mikroamperomierz wskaże spadek wartości. Dzieje się tak dlatego, że przy zgodności obu częstotliwości badany obwód pobiera część energii z obwodu generatora i jego amplituda zmniejsza się; występuje tzw. dip.

Jeżeli generator nie jest zasilany, układ działa jako falomierz absorpcyjny. Przy zgodności obu częstotliwości (mierzonego obwodu LC generującego energię w.c.z. i obwodu z cewką L) mikroamperomierz będzie wskazywał maksymalną wartość.

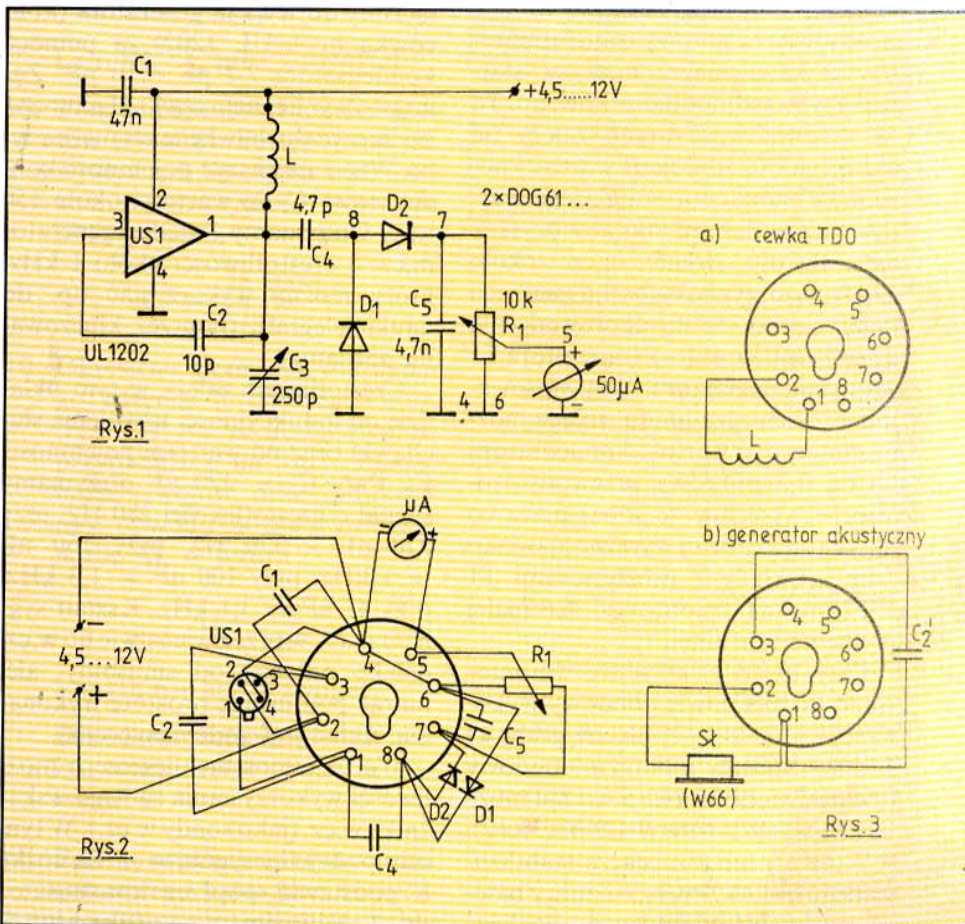
Układ elektryczny zmontowano bezpośrednio, sposobem przestrzennym (rys. 2), na wyprowadzeniach ośmiostykowej podstawki lampowej

typu oktal. Numery styków odpowiadają zaznaczonym punktom na rys. 1 oraz wyprowadzeniom układu scalonego UL 1202.

Cewki nawinięto bezpośrednio na podstawkach oktalowych starych lamp radiowych (po zbitciu szklanej bańki i usunięciu elementów metalowych oraz resztek szkła z lampy), a ich końce przylutowano do wyprowadzeń 1 i 2. Do montażu można zastosować inne złącza i styki w zależności od możliwości i pomysłu.

Dla poszczególnych podzakresów zastosowano cewki o następującej liczbie zwojów:

- 1) $0,4 \div 0,55$ MHz - 120 zwojów DNE 0,1 + $C = 270$ pF
- 2) $1,4 \div 2,9$ MHz - 40 zwojów DNE 0,1
- 3) $2,3 \div 5,8$ MHz - 20 zwojów DNE 0,1
- 4) $4,1 \div 11$ MHz - 10 zwojów DNE 0,4

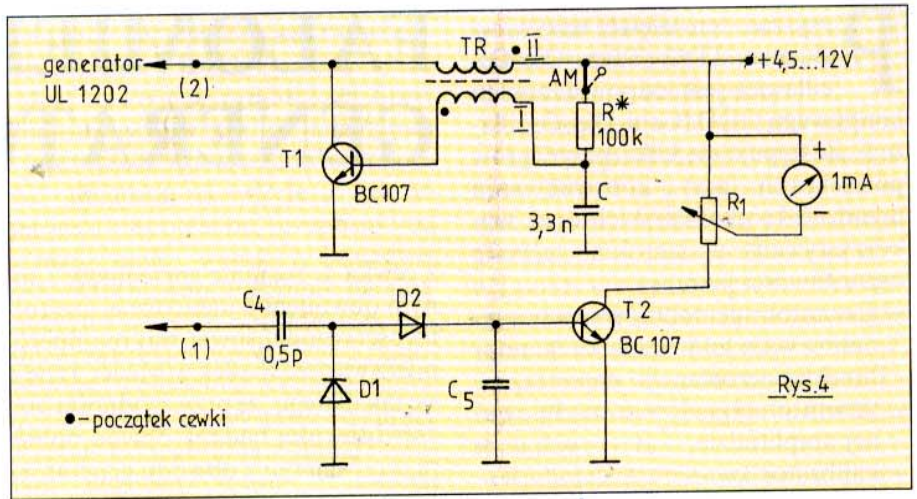


- 5) $8,9 \div 25$ MHz - 4 zwoje DNE 0,4
 6) $16,6 \div 50$ MHz - 2 zwoje DNE 0,4

Podane liczby zwojów odnoszą się do cewek nawiniętych na korpusie o średnicy około 3,2 cm, zwoj przy zwoju. Cewka 1 ma dodatkowo równolegle przylutowany kondensator o pojemności 270 pF. Obwód ten jest wykorzystywany do strojenia cewek i wzmacniaczy p.cz. 465 kHz. Poprzez zastosowanie jeszcze kilku cewek o dobranej liczbie zwojów można uzyskać pokrycie całego zakresu pasma 100 kHz - 50 MHz. Wyższej częstotliwości z układem UL 1202 nie można osiągnąć.

Chcąc uzyskać generator sygnałów o modulowanej amplitudzie trzeba układ wyposażyć w modulator AM. Przy zastosowaniu wskaźnika o gorszej czułości może okazać się konieczne zastosowanie wzmacniacza prądu stałego. Obydwa te układy przedstawione są na rysunku 4. Generator modulacyjny pracuje z tranzystorem T1 w układzie Meissnera. Transformator TR wykonano na rdzeniu kubkowym F1001 o średnicy 25 mm i $AL = 3900$ przez nawinięcie dwóch uzwojeń drutem DNE 0,2 mm, I - 50 zwojów, II - 200 zwojów. Można zastosować tu gotowy transformator ze wzmacniacza m.cz. ze starszego typu radioodbiorników, np. Td 48. Częstotliwość drgań zależy od indukcyjności uzwojeń i wartości pojemności kondensatora C. Jego wartość należy dobrać tak, aby uzyskać częstotliwość drgań m.cz. około 1 kHz. W przypadku braku generacji należy skrzyżować doprowadzenia do bazy lub kolektora tranzystora T1 (zamienić miejscami). Przy stosowaniu wzmacniacza prądu stałego można zmniejszyć wartość kondensatora C₄ do 0,5 pF (dwa przewody izolowane, skręcone ze sobą) przez co uzyska się bardziej wyraźne zjawisko „dip”. Układy z tranzystorami T1 i T2 można zmontować na małej płytce uniwersalnej.

Cały układ elektryczny wmontowano do metalowej obudowy wykonanej z aluminiowej blachy grubości 1 mm. Sposób montażu obudowy przedstawiono na rys. 5. Układ może być zasilany z baterii 4,5 V (3R12), 9 V (6F22) lub z zasilacza stabilizowanego 6-12 V. Przy zasilaniu z baterii trzeba w obudowie przewidzieć



miejsce (pojemnik) na baterię oraz wyłącznik zasilania.

Wykorzystując modulator (przydatny tylko do strojenia odbiorników radiofonicznych) należy zainstalować dodatkowy przełącznik „AM-WYŁ”.

W końcowej fazie montażu należy na górną część obudowy nakleić biały kartonik z naniesioną podziałką z napisami. Do skalowania można wykorzystać odbiornik pokrywający wymagany zakres częstotliwości lub (lepiej) częstotlicznik cyfrowy podłączony do wyjścia generatora (końcówka nr 1 UL 1202) za pomocą kondensatora 2,2 pF - 10 pF. Zamiast wymiennej cewki L można podłączyć słuchawkę telefoniczną typu W66 i zwiększyć pojemność kondensatora C₂ do wartości około 150 nF. Otrzymamy wtedy generator m.cz. o częstotliwości około 1 kHz, który można wykorzystać np. do nauki telegrafii (poprzez kluczkowanie zasilania).

Częstotliwość zależy w tym układzie od indukcyjności uzwojenia słuchawki oraz od wartości pojemności C₂. Przy C₂ = 470 nF otrzymamy sygnał o częstotliwości 280 Hz, przy 220 nF - 570 Hz, przy 150 nF = 1 kHz, przy 100 nF = 1,3 kHz, przy 47 nF = 3,1 kHz. Kształt sygnału m.cz. w przeciwieństwie do w.cz. daleko odbiega od sinusoidy, ale, biorąc pod uwagę prostotę wykonania, układ jest godny polecenia.

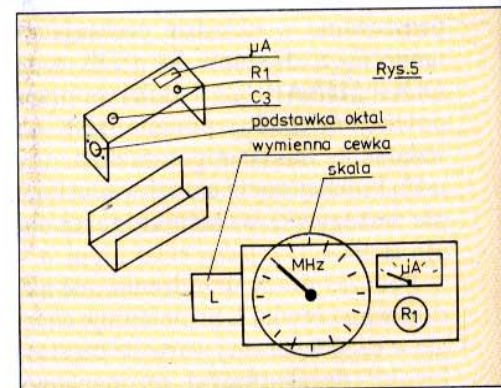
Warto wspomnieć jeszcze o możliwości wykorzystania samego wskaźnika w.cz. (jako sondy w.cz.). W tym celu podajemy sygnał w.cz. na nóżkę 8 podstawki poprzez kondensator np. 1 nF oraz masę na nóżkę 4 lub 6.

Czułość układu można regulować potencjometrem R₁.

Chcąc uzyskać sygnał w.cz. o bardzo dużej stabilności należy w miejsce kondensatora C₂ podłączyć rezonator kwarcowy i tak ustawić kondensator C₃ oraz cewkę L, aby uzyskać maksymalne wychylenie wskaźnika w.cz. Generator wytwarza wówczas częstotliwość równą częstotliwości rezonansu kwarcu lub jej harmoniczną (wielokrotność częstotliwości podstawowej rezonatora, np. 2f, 3f, 4f). Ta właściwość układu może być wykorzystana do uzyskania stabilnej częstotliwości - kalibrator w.cz., jako sprawdzian rezonatorów kwarcowych czy jako nadajnik QRP.

Poniżej w punktach przedstawiamy sposób wykorzystania TDO do uruchamiania konstrukcji KF.

- Pomiar częstotliwości rezonansowej obwodu LC (rys. 6).** Do cewki TDO zbliża się cewkę badanego obwodu LC i obraca pokrętkiem z podziałką aż do wyraźnego uzyskania minimum wychylenia na wskaźniku. Mierzona częstotliwość odczytuje się z podziałki.



2. **Strojenie obwodów rezonansowych LC** (rys. 7). Na skali przyrządu ustawia się żadaną wartość częstotliwości. Cewkę przyrządu sprzęga się ze strojonym obwodem i dostraja się obwód do momentu uzyskania najmniejszego wychylenia wskaźnika.

3. **Wyznaczanie częstotliwości pracy obwodu LC** pracującego np. w składzie generatora (rys. 8). Cewkę przyrządu sprzęga się z badanym obwodem (oczywiście przy wyłączonym zasilaniu TDO, który pracuje teraz jako falomierz) i obraca pokrętkiem przyrządu z podziałką aż do uzyskania maksymalnego wychylenia wskaźnika. Częstotliwość rezonansową odczytuje się ze skali przyrządu.

4. **Strojenie nadajnika** (rys.9). Pomiaru dokonuje się również przy wyłączonym zasilaniu TDO, czyli w pozycji falomierz (F). Cewkę przyrządu sprzęga się z wyjściem antenowym sprawdzanego nadajnika. Strojenie obwodów nadajnika odbywa się na maksimum wskazań wskaźnika, oczywiście przy ustalonej częstotliwości. Tylko w jednym przypadku stroimy na minimum – równoważenia modulatora nadajnika jednowstęgowego.

5. **Generacja sygnałów w.cz.** (rys. 10). TDO może służyć do orientacyjnego strojenia odbiorników. Cewkę przyrządu należy zbliżyć do wejścia antenowego sprawdzanego odbiornika i ustawić na podziałce TDO wymaganą częstotliwość. Do odbiorników radiofonicznych (DŁ, ŚR, KR) sygnał TDO powinien być modulowany. Obwody odbiornika stroi się na maksimum mocy odbieranego sygnału.

6. **Pomiar natężenia pola** (wskaźnik) – rys. 11. TDO przy wyłączonym zasilaniu powinien być umieszczony w polu promieniowania anteny. W celu zwiększenia jego czułości do cewki TDO można przyłączyć kawałek prze-

wodu pełniącego funkcję anteny. W ten sposób określa się charakterystykę promieniowania anteny. Czułość TDO musi pozostać stała przez cały czas pomiaru.

7. **Pomiar częstotliwości rezonansowych anten** (rys.12). W przypadku anten niesymetrycznych nakłada się na cewkę TDO „link” (2 zwoje), które łączy się z przewodem zasilającym antenę. Pokrętkiem z podziałką obraca się aż do wystąpienia minimum wychylenia. W przypadku anten symetrycznych „link” musi mieć 3 zwoje, z których środkowy łączy się z masą TDO.

8. **Pomiar indukcyjności cewek** (rys. 13). Badaną cewkę należy połączyć w układ rezonansu równoległego z kondensatorem o znanej pojemności, a następnie należy określić częstotliwość rezonansową tak powstałego obwodu LC. Indukcyjność wylicza się ze wzoru:

$$L_x = \frac{25\ 300}{C f^2}$$

L_x [μH], C [pF], f [MHz].

9. **Pomiar pojemności kondensatorów** (rys. 14). Postępujemy jak wyżej z tym, że cewka musi mieć znaną indukcyjność (wzór do obliczeń j.w.):

$$C_x = \frac{25\ 300}{L f^2}$$

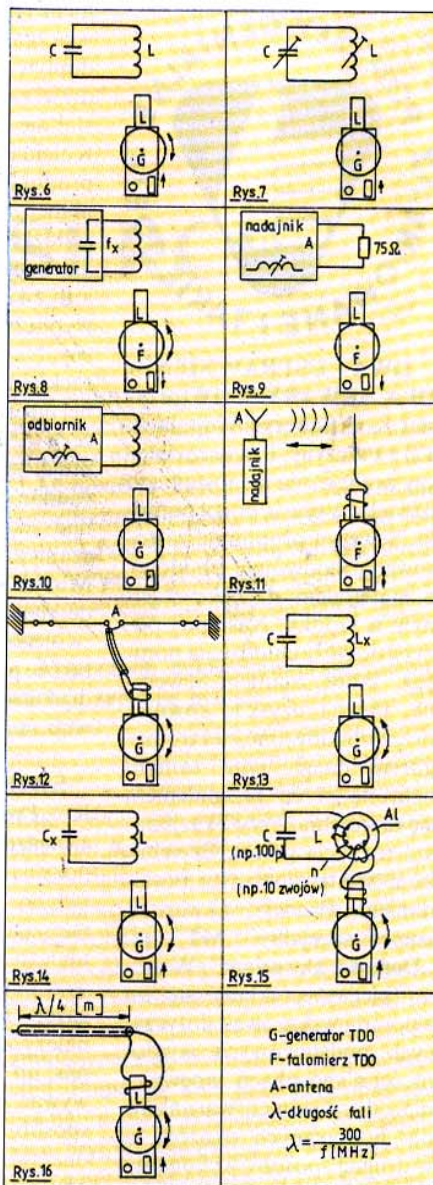
10. **Określenie liczby AL** nieznanego rdzenia ferrytowego w.cz. (rys. 15). AL to liczba zwojów przypadająca na 1nH. Znając liczbę zwojów oraz indukcyjność obwodu można wyznaczyć liczbę AL ze wzoru

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

L [nH], n – liczba zwojów.

Dla rdzeni pierścieniowych można wykorzystać „link” jak na rysunku.

11. **Pomiar współczynnika skrócenia antenowego kabla koncentrycznego** (rys. 16). Koniec kabla



koncentrycznego łączymy poprzez „link” z cewką TDO i znajdujemy częstotliwość rezonansową. Wyliczamy współczynnik skrócenia:

$$k = \frac{f_{zmierzona}}{f_{wyliczona}}$$

$$f_{wy} = \frac{300}{\lambda} \quad \lambda - \text{długość fali w m.}$$

Nie są to wszystkie możliwości wykorzystania TDO. Trzeba pamiętać, że dokładność pomiarów wynosi średnio ±10% i maleje przy zwiększaniu sprzężenia z badanym urządzeniem.

**Andrzej Janeczek
SP5AHT**