

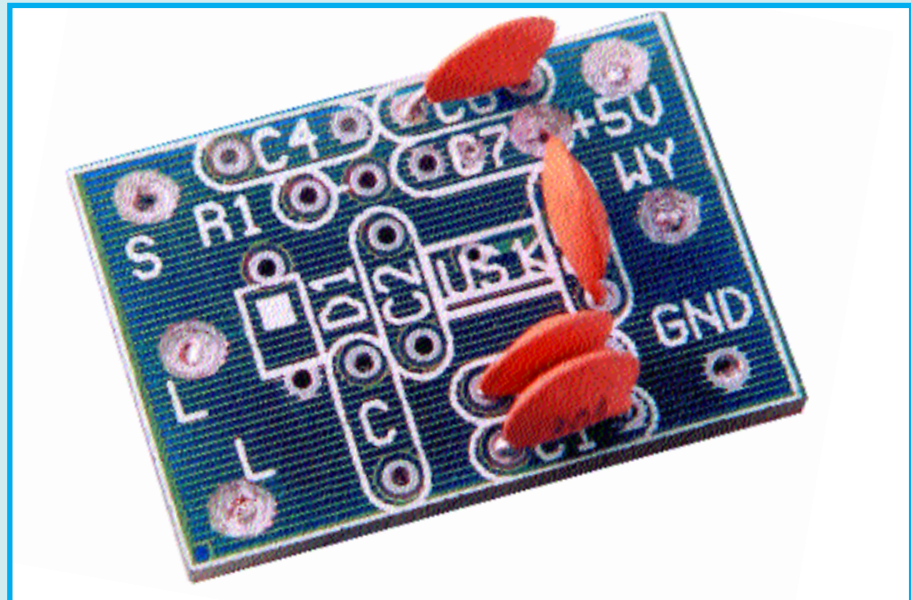
# Uniwersalny generator w.cz.

## Doczego to służy

Niewiele układów generatorów w.cz. było opisywanych na łamach naszego pisma. Prawdą jest również, że wśród mnóstwa dostępnych układów scalonych, na palcach jednej ręki można policzyć układy scalone generatorów w.cz.

Oczywiście układy generatorów w.cz. są budowane najczęściej na tranzystorach bipolarnych, a ostatnio coraz częściej na FET-ach czy MOSFET-ach (ze względu na większe stabilności częstotliwości). Po co jednak męczyć się z dobieraniem tranzystorów, pętli sprzężeń zwrotnych czy separatorów, skoro można to wszystko zaprojektować i wykonać w strukturze układu scalonego? Nie bez powodu dużym zainteresowaniem konstruktorów budujących generatory w.cz. cieszył się układ scalony typu MC1648 firmy Motorola czy jego odpowiednik SP1648 firmy Plessey. Są to układy generacyjne pracujące do około 200MHz, stosowane w układach VCO (ang. Voltage Controlled Oscillator), w których częstotliwość jest wymuszona przez zewnętrzny obwód rezonansowy LC. Niestety układy te nie są produkowane i w chwili obecnej trudne do zdobycia.

Na szczęście w ostatnim czasie, dzięki firmie Motorola, na rynku pojawił się odpowiednik układu scalonego MC1648 o oznaczeniu MC12148, o wyprowadzeniach przystosowanych do SMD (8-pin SOIC) i, co ciekawsze, zapewniający pracę do około 1GHz.



Ponieważ autorowi udało się ten układ scalony kupić na warszawskiej giełdzie - Wolument - sędzić należy, że może on być do zdobycia także w innych częściach kraju i warto rozpropagować kilka sprawdzonych, prostych a przydatnych układów generatorów w.cz.

L=47uH, C=220pF+220pF, f=1,08MHz (bez kondensatora f=7MHz)  
 L=10uH, C=220pF, f=3,51MHz (bez kondensatora f=23MHz)  
 L=0,2uH, C=10pF, f=108MHz  
 L=2,5nH, C=4,7pF, f=1,1GHz

## Jak to działa

Schemat elektryczny struktury wewnętrznej tego układu scalonego przedstawiono na rysunku 1.

Zasadniczy generator tworzą dwa tranzystory o oznaczeniach Q6 i Q7. Takie połączenie elektrod tranzystorów zapewnia dodatnie sprzężenie zwrotne, niezbędne do wzbudzenia układu. Układ charakteryzuje się stabilną pracą i wyrównanym poziomem sygnału w.cz. w bardzo szerokim zakresie częstotliwości. Tranzystory Q1...Q4 tworzą wzmacniacz-separator sygnału

wyjściowego generatora, zaś pozostałe tranzystory pracują w układach stabilizacji punktów pracy tranzystorów generatora. Częstotliwość wyjściowa na wyprowadzeniu 6 jest uzależniona od częstotliwości rezonansowej równoległego obwodu rezonansowego LC, dołączonego do wyprowadzeń 3 i 4 układu scalonego. Wyprowadzenie 2 (AGC) przewidziano do regulacji poziomu napięcia wyjściowego w.cz. lub wprowadzenia modulacji AM.

Najprostszy generator w.cz. zrealizowany na omawianym układzie przedstawiono na rysunku 2. Potrzeba dołączyć tylko 4 kondensatory o wartościach 100nF oraz zewnętrzny obwód rezonansowy LC. Częstotliwość sygnału wyjściowego można wyznaczyć z praktycznego wzoru:

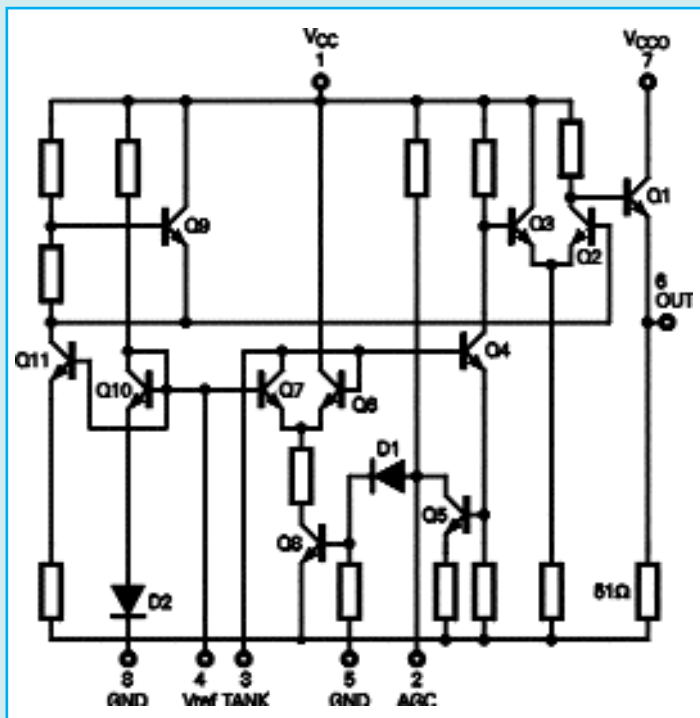
$$f_0 = 159 / \sqrt{LC}; f_0 \text{ [MHz]}, L \text{ [uH]}, C \text{ [pF]}$$

Oczywiście wzór ten nie uwzględnia pojemności oraz indukcyjności wewnętrznych (montażowych) układu, a także tolerancji zastosowanych elementów.

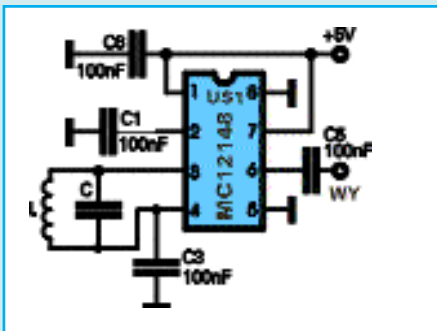
Praktycznie wygląda to jak na powyższym przykładzie, w którym autor -

**Podstawowe parametry układu scalonego MC12148:**

- napięcie zasilania: 5V (4,5...5,5V)
- pobór prądu: 20mA (19...25mA)
- maksymalna częstotliwość pracy: 1100MHz



Rys. 1 Schemat wewnętrzny układu MC12148



Rys. 2 Schemat ideowy generatora

testując układ - dołączył kilka dostępnych elementów LC.

Z powyższych wyników widać możliwość wszechstronnego wykorzystania układu scalonego zarówno w układach KF, VHF, jak i UHF (w najczęściej wykorzystywanym pasmie radiowym).

Poniżej, tytułem przykładu, podano kilka możliwości wykorzystania generatora z zastosowaniem układu scalonego MC12148. Wszystkie opisane układy można zmontować z zastosowaniem płytki drukowanej przedstawionej we wkładce. Na **rysunku 3** pokazano rozmieszczenie elementów na płytce. Zawiera ona nieco więcej elementów, niż potrzeba to na przykład w generatorze na rysunku 2, ale występują one w kolejnych schematach.

## I. Generator do pomiaru indukcyjności cewek w.cz. (foto)

Urządzenie może być wykorzystane jako przystawka do miernika częstotliwości. Zaletą układu z **rysunku 4** jest możliwość wyznaczenia indukcyjności rzędu nH, czego nie zapewniały dotychczas opisywane układy.

W układzie tym niezbędna jest znajomość pojemności wewnętrznej przystawki ( $C_w$ ), którą możemy wyznaczyć (po zamontowaniu układu w obudowę i zainstalowaniu zacisków pomiarowych) według następującej procedury:

- do zacisków przystawki podłączamy cewkę w.cz. (może być o nieznannej wartości indukcyjności, lecz o stabilnej konstrukcji) i mierzymy częstotliwość wyjściową  $f_1$  [MHz]. Dobrze byłoby, aby uzyskać częstotliwość sygnału wyjściowego rzędu kilkanaście czy kilkadziesiąt MHz.



Rys. 3 Schemat montażowy

- równolegle do uzwojeń cewki dołączamy kondensator o znanej wartości pojemności, np.  $C=47\text{pF}$  (z jak najlepszą tolerancją lub zmierzony przed dołączeniem) i mierzymy częstotliwość wyjściową  $f_2$  [MHz], która, oczywiście, będzie mniejsza od  $f_1$ .

- poszukiwaną pojemność wewnętrzną przystawki wyznaczamy ze wzoru:

$$C_w = C / (f_1/f_2)^2 - 1;$$

$$C_w \text{ C [pF], } f_1, f_2 \text{ [MHz]}$$

Mając już pojemność  $C_w$  można wyliczyć nieznaną wartość indukcyjności z poniższego wzoru:

$$L_x = 25330 / (f_1)^2 C_w;$$

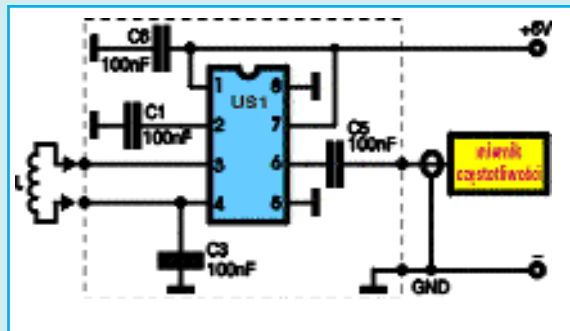
$$L_x \text{ [uH], } f_1 \text{ [MHz], } C_w \text{ [pF]}$$

Dla ułatwienia można wykonać nomogram do wyznaczania indukcyjności na podstawie zmierzonej częstotliwości. Ze względu na różne wartości  $C_w$  nie może być zamieszczony takiego rysunku.

## II. Mininadajnik FM

Jest to nic innego, jak generator w.cz., w którym zastosowano modulator częstotliwości na diodzie pojemnościowej D1 typu BB105 (**rysunek 5**). W urządzeniu zrezygnowano ze wzmacniacza małej częstotliwości, ponieważ wewnętrzny wzmacniacz z tranzystorem polowym w podłączonym mikrofonie elektretowym Me 061 okazał się wystarczający do zapewnienia wyraźnej modulacji.

Nadajnik może być wykorzystany w szerokim zakresie częstotliwości. Częstotliwość wyjściową można ustalać w dużych granicach (CB, UKF, UHF) poprzez dobranie wartości obwodu rezonansowego LC. Z cewką zawierającą 4 zwoje drutu DNE1 nawinięte na średnicy 6mm oraz kondensatorem o wartości 10pF układ współpracował z domowym radiodbiornikiem UKF-FM. W średniej wielkości pokoju nie potrzeba było stosować anteny. Chcąc zwiększyć zasięg wystarczy do wyjścia układu podłączyć (lub do odczepu na cewce na 1/2 zwoju od strony zimnego końca) odcinek przewodu. Po zastosowaniu - zamiast wspomnianej cewki - pętli z drutu (uzyskanej z rozwinięcia poprzednio nawiniętego uzwojenia cylindrycznego) i wymontowaniu kondensatora C częstotliwość wzrosła do około 430MHz. Zmianę wartości dewiacji (jednocześnie i częstotliwości) uzyskuje się poprzez zmianę wartości kondensatora C2. Układ należy traktować jako dydaktyczną zabawkę lub do celów eksperymentalnych.



Rys. 4

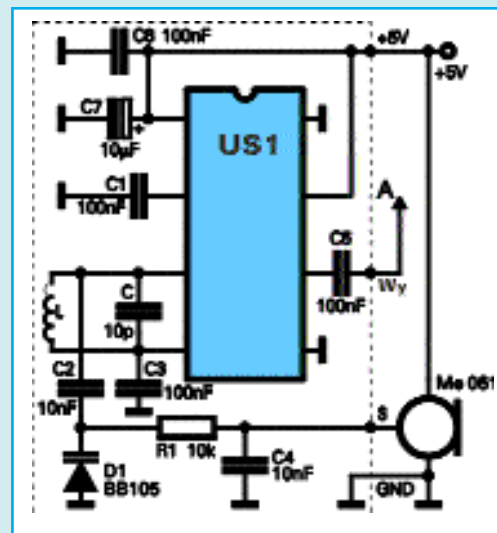
## III. Szerokopasmowy generator w.cz. (VFO)

Układ może być wykorzystany jako stabilny generator w.cz. do jednopasmowego odbiornika lub transceivera KF, bądź w urządzeniu wielopasmowym, po dodaniu przełącznika z cewkami (**rysunek 6**). Strojenie generatora przeprowadza się za pośrednictwem zewnętrznego kondensatora powietrznego (np. agregatu z radiodbiornika) oraz napięciowo, za pomocą potencjometru dołączonego do diody pojemnościowej.

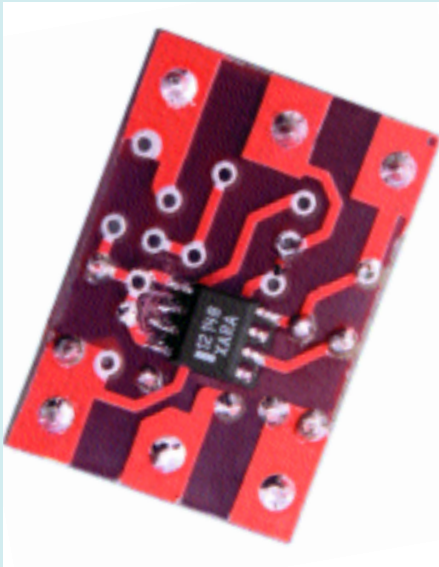
Strojenie kondensatorem jest zgrubne, zaś potencjometrem dokładne (w okolicy potrzebnej wartości, jak w przypadku precyzyera czy RIT-a).

Po zastosowaniu łatwo dostępnego w AVT przełącznika 11-położeniowego (do którego można przylutować przestrzennie cewki zapewniające pracę układu w potrzebnym zakresie) oraz generatora małej częstotliwości, można uzyskać pełnowartościowy generator sygnałowy FM/AM.

W przypadku modulacji FM wyjście stałoprądowe generatora m.cz. należy dołączyć do rezystora R1, zaś w przypadku modulacji AM - na nóżkę 2 układu scalonego.



Rys. 5



Jeżeli uda się zakupić w AVT większą liczbę układów scalonych MC12148, to w późniejszym czasie autor obiecuje zaprojektować na jednej płytce cały szerokopasmowy generator sygnałowy FM/AM.

#### IV. Falomierz - generator (TDO)

TDO to urządzenie, którego nazwa jest skrótem od angielskiego Trans-Dip-Oscillator. TDO jest odpowiednikiem urządzenia lampowego o nazwie GDO (ang. Grid-Dip-Oscylator). Układ taki był już opisywany na naszych łamach, lecz ten proponowany na rysunku 7 może zapewnić pracę w najszerszym zakresie UHF.

Ponieważ nie wszyscy wiedzą, że TDO w pracowni elektronika-radioamatora może okazać się bardzo przydatny, warto poświęcić mu nieco więcej miejsca.

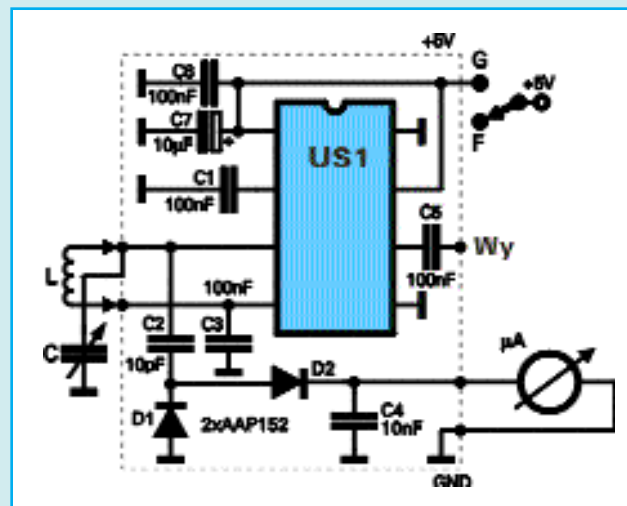
Oprócz źródła sygnału w.cz. (pozycja "G") przyrząd pozwala określić m.in. częstotliwość rezonansową nieznanego obwodu LC. W pozycji "F" (falomierz) za jego pośrednictwem

można, z pewnym przybliżeniem, określić częstotliwość sygnału w.cz. Zakres pomiarowy zależy od ilości wymiennych cewek, zaś dokładność pomiarów - głównie od precyzji w naniesieniu skali. Oprócz szerokopasmowego generatora w.cz., na układzie scalonym w urządzeniu zastosowano wskaźnik napięcia w.cz. składający się z diodowego podwójacza napięcia D1, D2 oraz mikroampermiomierza wychyłowego, gdzie można wykorzystać jeden z najczulszych zakresów posiadanego miernika analogowego.

Wymienna nieekranowana cewka L jest umieszczona na zewnątrz obudowy, zaś kondensator obrotowy C (umieszczony wewnątrz obudowy z płytką) należy zaopatrzyć w podziałkę częstotliwości. Można tu wykorzystać kondensator w obudowie plastikowej o pojemności około 200pF choć lepiej byłoby użyć kondensatora dwusekcyjnego np. 14pF+200pF, i za pośrednictwem dodatkowego przełącznika wykorzystać sekcję 14pF tylko w zakresie wyższych częstotliwości.

Jak działa TDO? Przy pracy TDO nieekranowana cewka L promieniuje energię w.cz. o ustalonej częstotliwości i jeżeli zostanie ona sprzężona z innym obwodem o identycznej częstotliwości rezonansowej, wskazówka miernika wskaże gwałtowny spadek wartości (tak zwany "dip"). Dzieje się tak dlatego, ponieważ przy zgodności obydwu częstotliwości badany obwód pobiera część energii z obwodu generatora, powodując zmniejszenie amplitudy sygnału.

Jeżeli generator nie jest zasilany, układ działa jako falomierz absorpcyjny (F). Przy zgodności obu częstotliwości (mierzzonego obwodu LC



Rys. 7

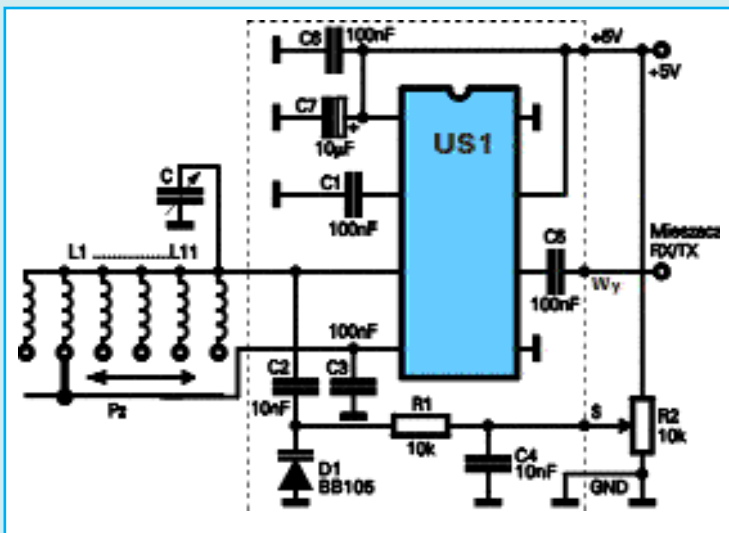
generującego energię w.cz. i obwodu z cewką L) wskazówka miernika będzie wskazywała wartość maksymalną.

Wymienne cewki L powinny być dobrane doświadczalnie przy podłączeniu do wyjścia miernika częstotliwości. Warto wiedzieć, że choć istnieje możliwość zastosowania gotowych dławików, to nie uzyska się tak głębokiego "dip", jak przy zastosowaniu indukcyjności własnoręcznie nawiniętych grubym drutem na większej średnicy, czyli o większej dobroci.

Oto przykładowe możliwości zastosowania opisanego urządzenia TDO:

- generator sygnału w.cz. (G)
- strojenie obwodów rezonansowych LC (G)
- określanie częstotliwości rezonansowej obwodu LC (G)
- wyznaczanie częstotliwości obwodu LC pracującego w układzie (G) - pomiar częstotliwości rezonansowych anten (G)
- określanie indukcyjności cewek (G)
- określanie pojemności kondensatorów (G)
- strojenie nadajnika (F)
- wskaźnik sygnału w.cz. (F)

Andrzej Janeczek



Rys. 6

#### Wykaz elementów:

- US1: MC12148
- D1: BB105
- R1: 10kΩ
- C1, C3, C5, C6: 100nF
- C2, C4: 10nF
- C7: 10µF/10V