

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

# Generator „gigahercowy”



*Kilka miesięcy temu pracując nad synchronizowanym przez GPS wzorcem częstotliwości „nadziałem się” na problem długości kabla koncentrycznego prowadzonego od anteny umieszczonej na dachu budynku do mieszkania. Bagatelka, 54 m! Wynikła z niego konieczność zbudowania przedwzmacniacza antenowego sygnału GPS, a przy okazji przedwzmacniacza do odbiornika na częstotliwość 1090 MHz. I tu zaczęły się „schody”...*

Pobliskie pasmo komórkowe (ok. 900 MHz i 1800 MHz) wywołuje zaburzenia o tak wysokim poziomie, że przedwzmacniacze się zatykają. Trzeba jakoś „odsiać” to pasmo, więc powstała potrzeba skonstruowania filtru. Na tych częstotliwościach wchodzi w grę tylko filtry na liniach paskowych i można je obliczyć, ale przenikalność dielektryczna dostępnych laminatów jest bliżej nieznaną (katalogowo dla laminatu FR4 od 4 do 5,5). Wypadałoby taki filtr precyzyjnie zestroić. Do tego celu jest potrzebny generator obejmujący te częstotliwości.

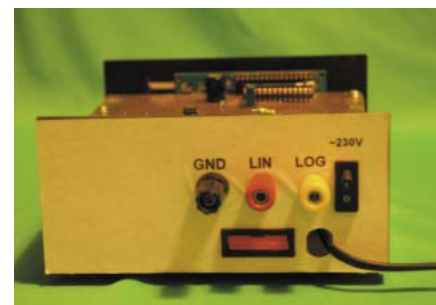
Buszując w Internecie trafiłem na VCO Avanteka oferowane przez DW-RADIO. To było to! Nabyłem generator VCO typu S08-2110R, który teoretycznie pracuje ono w zakresie 0,8 do 1,6 GHz, ale pod warunkiem zastosowania elementów przeznaczonych do pracy w zakresie mikrofalowym. W modelu

sprawdzonym przeze mnie na typowych elementach SMD układ pracuje w zakresie 0,8...1,5 GHz. Ale już po zastosowaniu do blokowania kondensatorów mikrofalowych „poszło” do 1,6 GHz.

Żeby zestroić filtr trzeba też zmierzyć sygnał za nim, a więc jest potrzebny czuły detektor o jak największej dynamice. Optymalny byłby „gotowiec” w stylu AD8313, ale jego zdobycie nie jest łatwe. Zdecydowałem się zrobić podobny własnymi siłami – to i dobra zabawa, i pożytek.

Detektor został zbudowany z dwóch bloków, wtórnika na wzmacniaczu liniowym OP07 o niskich szumach i minimalnym napięciu niezrównoważenia. Co ważne, dryft tego napięcia wynosi 0,2  $\mu$ V/miesiąc. Jako prostownik detektora zastosowałem diody HSMS8225. Są to diody typu „zero bias”, a więc diody o minimalnym

napięciu przewodzenia. Zastosowane diody są w obudowie SOT-143 a więc dwie niezależne diody na wspólnej strukturze termicznej. Ułatwia to kompensację termiczną detektora, ponieważ diody włączone na oba wejścia wzmacniacza operacyjnego wzajemnie kompensują swoje dryfty temperaturowe. Dodatkowym zyskiem okazała się możliwość podania sygnału z generatora (odpowiednio słumionego) na wejście odwracające w celu kompensacji ewentualnych zmian napięcia podawanego na strojony filtr. Za wtórnikiem znajduje się następny stopień na wzmacniaczu operacyjnym a mianowicie wzmacniacz logarytmiczny. Pracuje on na układzie TL072 z tranzystorem jako elementem logarytmującym. Teoretycznie dynamika takiego układu powinna

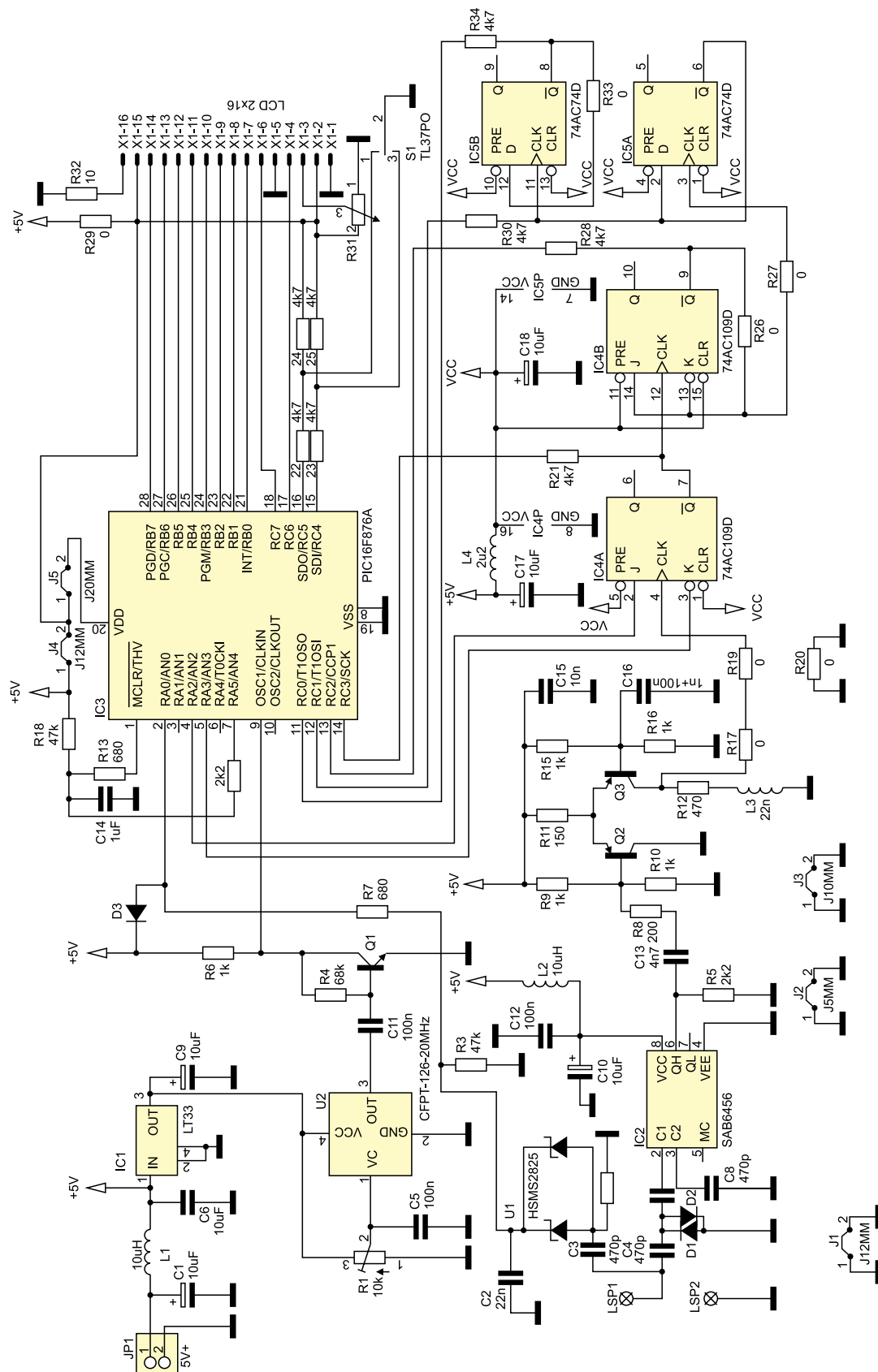


sięgać 60 dB. Za wzmacniaczem logarytmicznym znajduje się jeszcze jeden stopień wzmacniacza odwracający sygnał a jednocześnie dający możliwość wzmocnienia sygnału wychodzącego do dowolnego woltomierza. Oczywiście napięcie na jego wyjściu przy maksymalnym sygnale na wejściu

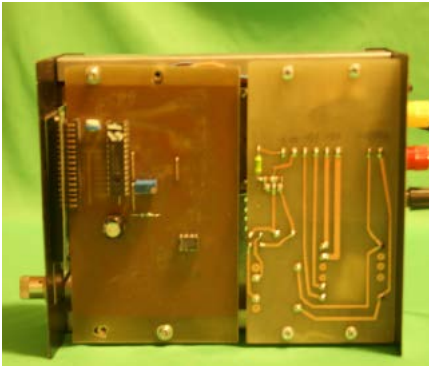
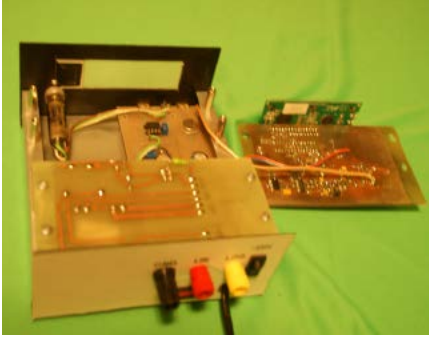
nie może sięgać jego napięcia zasilania gdyż wtedy pomiar zostanie zafalszowany.

Jednocześnie trzeba wiedzieć, na której częstotliwości pracuje generator, a więc potrzebny będzie jakiś szybki licznik-częstościomierz. W związku z tym, że kilka lat temu wypróbowałem znakomity licznik

skonstruowany przez Matyja Vidmara S53MV (link do strony autora: <http://goo.gl/Ms9okl>) postanowiłem go po niewielkich modyfikacjach wmontować razem z generatorem. Schemat ideowy proponowanego rozwiązania pokazano na rysunku 1. Modyfikacje polegały na:



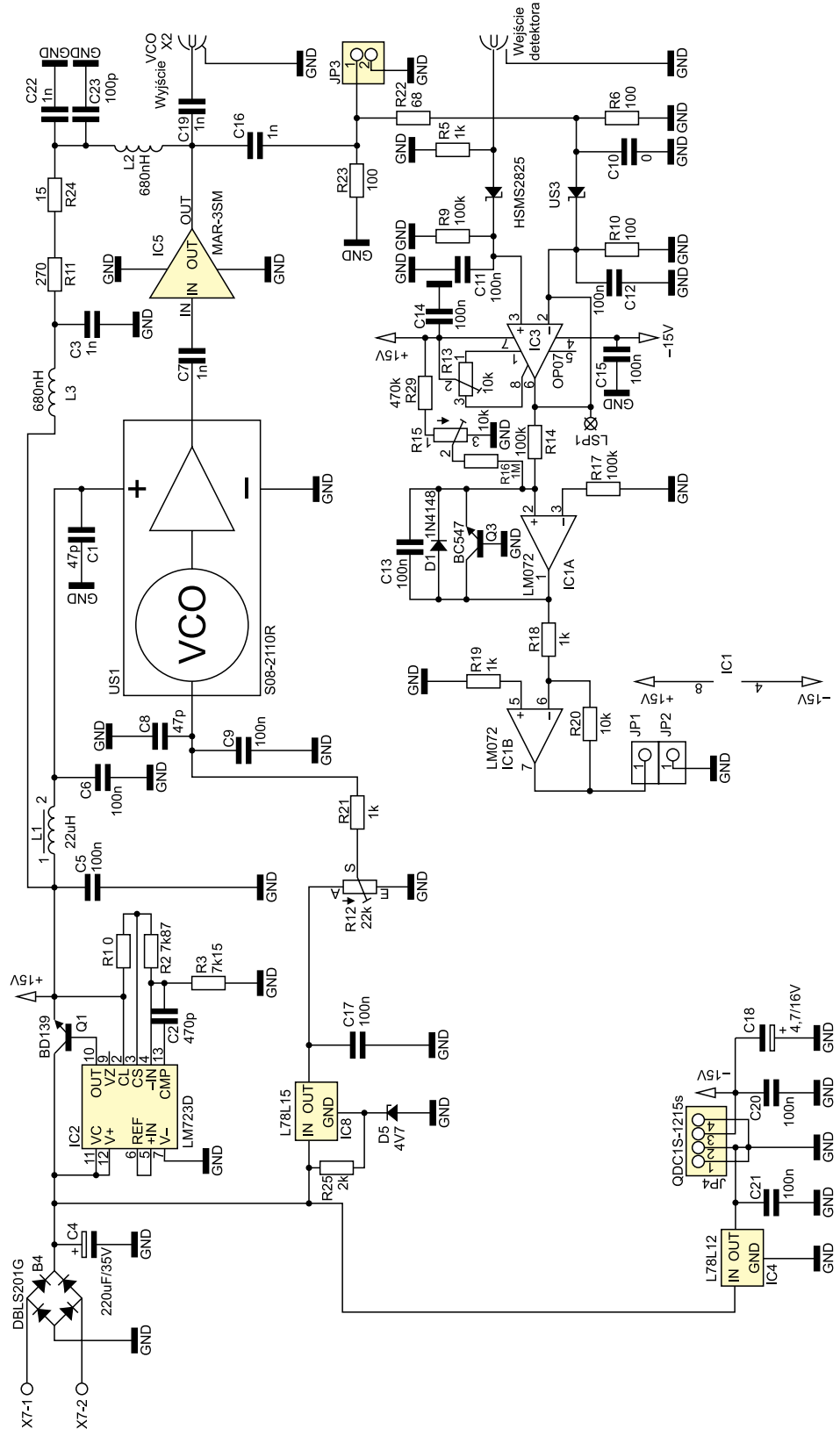
Rysunek 1. Schemat ideowy licznika



1. Zastosowaniu zamiast kwarcu generatora CFPT-126-20MHz. Charakteryzuje się on znakomitą stabilnością a dodatkowo można go dokładnie „dostroić”, aby generował wymaganą częstotliwość.
2. Wymianie przerzutnika J-K 74F50109 na 74AC109D.
3. Wymianie przerzutnika typu D 74F74 na 74AC74 (przy okazji „wyleciało” kilka rezystorów).
4. Zmianie tranzystora wejściowego 2N3960 na układ dwóch tranzystorów w.c.z. BFT93.
5. Dołożeniu preskalera SAB6456.

Schemat ideowy generatora zamieszczono na **rysunku 2**. Układ licznika jest raczej nieskomplikowany i wszystkich zainteresowanych tym urządzeniem namawiam do zajęcia na stronę jego twórcy. Zmiany wprowadzone do jego układu to przede wszystkim inny układ wejściowy i odmienny system zegara systemowego. Stwierdziłem, że kwarc jest mało stabilny, a na dokładkę możliwość „przeciągnięcia” jego częstotliwości jest (przy niektórych egzemplarzach kwarców) nikła, więc zastosowałem generator kwarcowy z możliwością zmiany generowanej częstotliwości – VCXO.

Można użyć generatora CFPT-126 lub CFPT-123 są one produkowane w tych samych obudowach, a różnią się napięciem zasilania (o 0,3 V). Sprawdziłem, oba przy napięciu 3,3 V i pracują znakomicie, bez problemów. Generator jest przestrajany potencjometrem wieloobrotowym (PR) w celu skalibrowania odczytu częstotliwości. W celu dopasowania napięć między generatorem a procesorem znajduje się prosty wzmacniacz na pojedynczym tranzystorze, jedyne wymaganie to jego  $f_T > 200$  MHz. Licznik mierzy także napięcie szczytowe



**Rysunek 2. Schemat ideowy generatora**

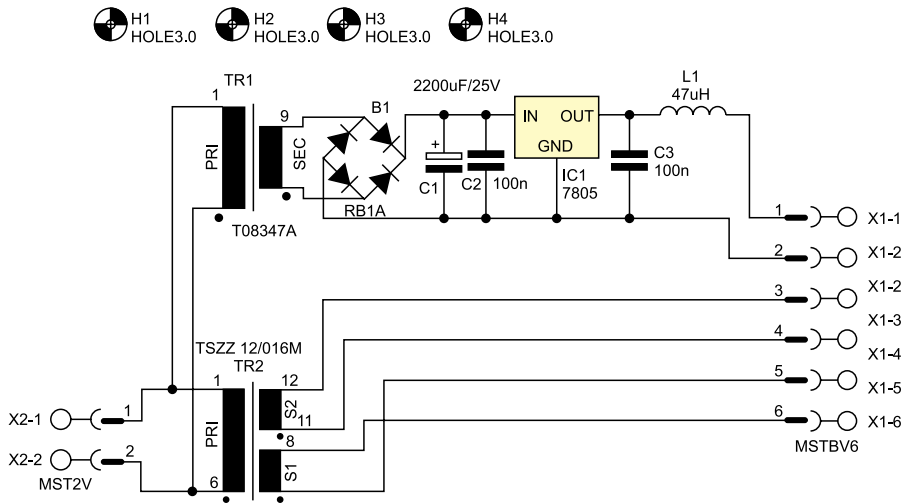
wchodzącego sygnału i pokazuje jego orientacyjną wartość w dolnej linii wyświetlacza jako „bargraf”. W razie potrzeby można to wskazanie wyskalować i mieć zgrubny woltomierz sygnału wychodzącego z VCO.

Cały generator z detektorem i licznikiem został zmontowany na trzech płytkach drukowanych:

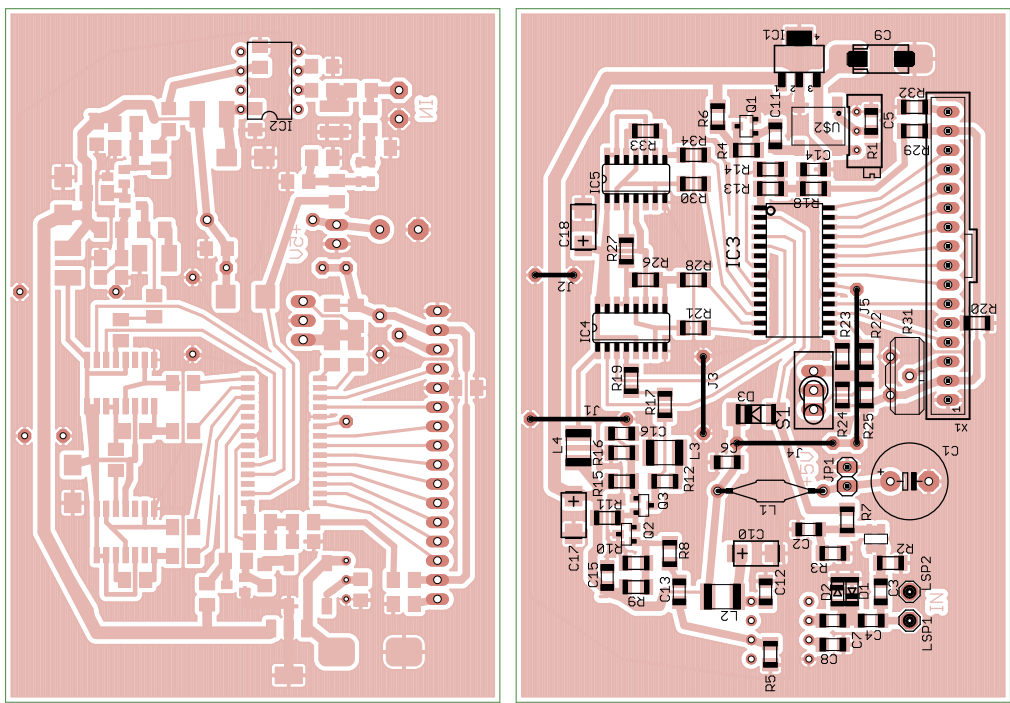
- Płytkę licznika z preskalerem.

- Płytkę generatora z detektorem.
- Płytkę zasilacza z transformatorami i stabilizatorem 5 V.

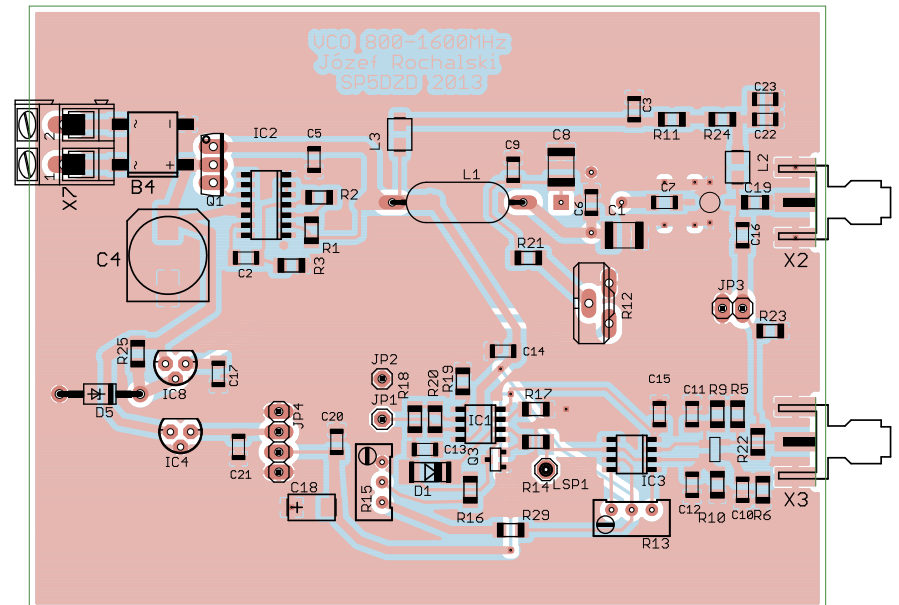
Schemat ideowy zasilacza pokazano na **rysunku 3**. W układzie prototypowym zastosowałem transformator z podwójnym uzwojeniem wtórnym i osobnym zasilaczem -15 V, ale w wersji ostatecznej zastosowałem moduł przetwornicy QDC1S1215, ponieważ



Rysunek 3. Schemat ideowy zasilacza



Rysunek 4. Schemat montażowy licznika



Rysunek 5. Schemat montażowy generatora

że jej wydajność prądowa jest wystarczająca, a jest ona tańsza i lżejsza od transformatora. Wydajność prądowa transformatora powinna zapewnić przynajmniej 250 mA na wyjściu ze stabilizatora +15 V. Pobór prądu przez licznik (+5 V) jest zależny głównie od podświetlenia wyświetlacza i w prototypie wynosił ok. 300 mA. Przy takim prądzie podświetlenia jest wskazane zastosowanie niewielkiego radiatora na stabilizatorze 7805.

**Montaż i uruchomienie.**

Schemat montażowy licznika pokazano na rysunku 4. Montaż jest dość prosty i właściwie nie stwarza trudności, może jedyną trudnością jest wlotowanie generatora VCXO ze względu na konieczność odizolowania wyprowadzeń oznaczonych jako NC. Ja zrobiłem to w ten sposób, że zakleiłem dolną płaszczyznę układu przezroczystą taśmą klejącą, a następnie cienkim ostrzem odciąłem jej kawałki z wyprowadzeń narożnych, pobieliliem je cyną i dopiero tak „spreparowany” układ wlotowałem na płytce.

Przełącznik S1 nie jest montowany na płytce licznika od generatora. Jego rolą jest przełączanie czasu pomiaru częstotliwości i tak w pozycji 1 jest to czas 0,1 sek. w poz 3 – 10 sek. W poz. środkowej (lub nie wlotowany) daje czas pomiaru 1 sek. Ja stwierdziłem że czas 1 sek. jest zupełnie wystarczający i go nie wlotowałem. Pod procesor PIC16F876A wlotowałem precyzyjną podstawkę.

Wyświetlacz zamontowałem za pośrednictwem złącza kąтового goldpin tak, że jest on ustawiony prostopadle do płytki licznika i na takiej wysokości, że mogłem bezkolizyjnie umieścić płytkę licznika na długich dystansach w obudowie.

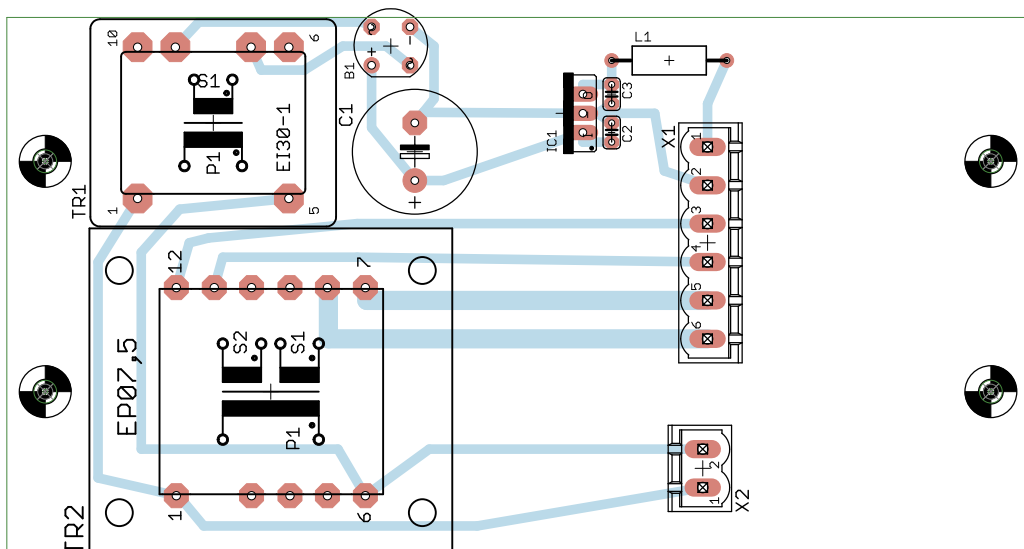
Płytkę czołową narysowałem w Corel Draw i po wydrukowaniu na papierze przyklepny dodatkowo zakleiłem przyklepną folią przezroczystą (niestety lekko matową), która jednocześnie tworzy okienko wyświetlacza. Płyta tylna jest wykonana podobną metodą.

Schemat montażowy generatora pokazano na rysunku 5, natomiast zasilacza na rysunku 6. Z montażem generatora będzie trochę „zabawy”. Najpierw należy wlotować elementy tworzące stabilizatory napięć i sprawdzić poprawność napięć z nich uzyskiwanych. **Napięcie idące na dławik L1 nie powinno przekraczać 15 V a napięcie na kondensatorze C17 20V.** Napięcie -15 V nie jest krytyczne i nie powinno przekraczać -18 V. Po sprawdzeniu poprawności napięć zasilających należy wlotować pozosta-



Jeżeli elementy SMD nie montując kondensatorów C1 i C8 – należy je wlutować na końcu, po wlutowaniu „pastylki” VCO jak najbliższej wyprowadzeń VCO. Do regulowania częstotliwości należy zastosować „przyzwoity” potencjometr wieloobrotowy a to z tego względu, że luzy i kiepski styk ślizgacza może doprowadzić do „szewskej pasji” przy strojeniu filtra czy innego obwodu mierzonego.

Połączenia pomiędzy płytkami (do licznika) należy wykonać kablem koncentrycznym – najlepiej RG155 lub podobnym. Płytkę generatora „wisi” na złączach SMA a z przeciwnej strony jest zamocowana na tulejkach dystansowych. Całość została umieszczona w obudowie T37 CYFRONIKI. Na płytę czołową wyprowadziłem gniazda SMA, wyświetlacz licznika i ośkę potencjometru wieloobrotowego ze skalą. Zamiast skali można z powodzeniem zastosować zwykłą gałkę, oczywiście o takiej średnicy, aby można było w miarę precyzyjnie ustawiać częstotliwość. Na płycie tylnej poza wejściem kabla sieciowego, włącznika i gniazda bezpiecznika znalazło się miej-



Rysunek 6. Schemat montażowy zasilacza

sce na trzy zaciski laboratoryjne (mogą być gniazda „bananowe”), na które zostały wyprowadzone sygnały masy i wyjść detektora (liniowe i logarytmiczne).

### Uruchomienie

Uruchomienie sprowadza się do podłączenia woltomierza do wyjścia liniowego, zwarcia wejścia detektora i ustawienia zerowej wartości na woltomierzu potencjometrem R13. Następnie przełączamy wolt-

tomierz na wyjście logarytmiczne i potencjometrem R15 ponownie ustawiamy zero na wyjściu.

Jeżeli chcemy dokładnie ustawić kompensację zmian napięcia wyjściowego VCO należy połączyć wyjście VCO z detektorem poprzez tłumik w.cz. najlepiej ok. 10dB i zmieniając wartość R22 doprowadzić do jak najlepszego wyzerowania (zrównania wartości napięć z tłumików).

**Józef Rochalski**

REKLAMA

## Imponująco szybki i inteligentny – sterownik PFC200



- duża prędkość przetwarzania
- możliwość programowania zgodnie z IEC 61131-3
- konfiguracja i wizualizacja przez serwer WWW
- wbudowane funkcje Security
- eksploatacja bez serwisowania