

W moich poszukiwaniach urządzenia do pomiaru współczynnika fali stojącej o mocy natknąłem się na 3 popularne rozwiązania.

Mirnik OZ2CPU daje największe możliwości, ale jest najbardziej skomplikowany i najdroższy w zestawieniu. Mirnik bardzo chwalony, więc może przyjdzie i na niego czas kiedyś. Interesującą cechą tego miernika jest jego czułość, więc świetnie nadaje się jako zamiennik oscyloskopu przy uruchamianiu urządzeń. Pozwala na pomiar niskich sygnałów....

Miernik G6ALU jest dość precyzyjny oraz energooszczędny, więc można go zasilać z baterii i nadaje się na wypadki z radiem w teren. Mierzy sygnały nawet QRPP, więc stanowi ciekawą propozycję dla miłośników małych mocy. Jednak jego mostek jest dość skomplikowany, więc go sobie odpuściłem póki co.

Miernik włoski skonstruowany w radioklubie w Padwie przez Francesco IK3OIL oraz Danilo IW3GET wydawał się niema idealny na początek. Pomiar mocy od 5W do 120W oraz SWR z wyświetlaniem cyfrowym oraz pokazaniem mocy w formie bargrafu wyglądał atrakcyjnie. Koledzy włoscy opublikowali również wsad do procesora na stronie klubowej <http://www.aripadova.it/autocostruzione/35-strumentazione/48-rosmetro-wattmetro.html> , więc budowa mogła się zacząć od razu. Wybór więc padł na ten miernik.

Mirnik składa się z dwóch części połączonych kablami. Część analogowa, czyli mostek pomiarowy jest umiejscowiona na jednej płycie, a część cyfrowa z procesorem mieści się na drugiej płycie. Jest jeszcze część trzecia, a mianowicie wyświetlacz 2x16 znaków w oryginale jako właśnie trzeci element połączony z częścią cyfrową wiązką przewodów. Straszliwie nie lubię wiązek przewodów wewnątrz urządzeń. Nie dość, że psują całą estetykę wnętrza, to jeszcze przy budowie łatwo o którymś kabelku zapomnieć lub podłączyć go w nieodpowiednie miejsce. Na domiar złego miernik nie pasował do żadnej sensownej obudowy obecnej na naszym rynku i trzeba by zrobić wszystko od podstaw. Jako, że mój "warsztat" to jedynie biurko w pokoju, to takie rozwiązanie odpadło. Należało dopasować konstrukcję do obudowy dostępnej na rynku i zminimalizować liczbę kabli.

Zacząłem od wyboru obudowy. Tak prosta konstrukcja nie wymaga dużej "puszki", więc obudowa T-05 krajowego producenta wystarczy. Ma niewielkie wymiary i jest wykonana ze stalowej, ocynkowanej blachy, co powoduje, że daje się do niej lutować. Wadą obudów z serii T (przynajmniej dla mnie) jest fakt, że producent robi w tylnej ścianie otwory, w których montuje gniazdo bezpiecznika i przelotkę kablową. Tutaj to spora wada dla estetyki urządzenia. W efekcie końcowym należy jakoś to zamaskować. Ja zwykle robię wzór ścianki w programie graficznym i drukuję na folii samoprzylepnej. Zasłania to zbędne otwory i od razu mam czytelne napisy. Polecam to rozwiązanie.

Początkowo zamierzałem mostek pomiarowy umieścić w drugiej, zewnętrznej obudowie, co daje dodatkowe korzyści w przypadku pomiarów w instalacjach, gdzie kable biegną w mało dostępnych miejscach, ale mostek wymaga zasilania, więc zrezygnowałem z tego pomysłu z braku sensownych złączy czterostykowych.

Wewnątrz obudowy wstawiłem przegrodę z blachy, która w poprzednim "życiu" była blachą do pieczenia ciast. Takie blachy są wykonane z miękkiej stali, więc dają się łatwo ciąć i wyginać. Dodatkową zaletą jest ich lutowalność, gdyż są pokrywane cyną. Z boku tej blachy zostawiłem małą przestrzeń do przeciągnięcia kabli między płytkami. Kable zabezpieczyłem przed przetarciem poprzez włożenie w tę szczelinę kawałka rurki plastikowej, przez którą przechodzą kable. Liczba żył pomiędzy płytkami wynosi cztery: masa, zasilanie oraz dwa sydnały z mostka pomiarowego.

Płytkę części cyfrowej została zaprojektowana jako "plecak" dla wyświetlacza 2x16 znaków. Ma dokładnie takie same wymiary i w tych samych miejscach ma otwory do mocowania. Oba elementy są połączone przy pomocy sztywnego złącza goldpinowego. Dystans między płytkami wynosi 12mm i jest ustalony kółkami dystansowymi z gwintem M3. Całość skręcona razem i przykręcona wkrętami M3 do ścianki czołowej. Przy okazji analizy schematu okazało się, że włoscy koledzy w kilku miejscach "poszli na skrót". Zaprojektowali swoją płytkę i do takiej konstrukcji mechanicznej oraz elektrycznej pisali program. Mnie nie pasowały do wyprowadzenia wyświetlacza do nóżek procesora. Lekarstwem okazało się umieszczenie procesora po stronie druku. Wtedy wyprowadzenia procesora trafiały bezpośrednio do wyprowadzeń

wyświetlacza. Dodatkowo koledzy zrobili sobie własny "standart" złącza ICSP do programowania procesora w układzie. Postanowiłem to zmienić i zastosować w układzie złącze o kolejności wyprowadzeń zgodnym z programatorem PICKIT firmy Microchip. W końcu to producent układów procesorowych i programatorów do nich, więc należy taki właśnie standart stosować.

Przy projekcie wybrałem mój ulubiony układ hybrydowy. Część elementów jest wykonana w technologii przewlekanej (w tym procesor) a część SMD. Procesor w wersji THT (przewlekanej) ma tę zaletę, że umieszczony w podstawce daje się wyjmować do programowania oraz nie daje się przegrzać przy lutowaniu. Jako, że układ wymaga lutowania procesora od strony druku, należy zastosować podstawkę precyzyjną, gdyż ta daje się lutować "od góry" lub wlutować "goły" procesor, co wymaga pewnej wprawy, żeby go nie zniszczyć temperaturą. Inne elementy THT, to kila rezystorów (łatwiej przepuścić kilka ścieżek pod takim dużym elementem), goldpiny, kwarc oraz kondensatory elektrolityczne przy stabilizatorze napięcia ze względu na większą wytrzymałość mechaniczną elementów THT. Reszta to kondensatorów oraz rezystorów to elementy SMD w rozmiarze 1206. To są spore elementy, akceptowalne nawet dla tych, którym wzrok już słabiej służy. Zastosowanie elementów SMD zmniejszyło ilość koniecznych do wykonania otworów. Wiercenie wiąże się z kurzem, hałasem oraz zużyciem dość drogich wiertel, więc zmniejszenie ilości koniecznych otworów jest mocno uzasadnione. Na schemacie są przyciski służące do kalibracji układu. Używa się ich tylko raz do ustawienia "wzorca mocy", więc postanowiłem je wyprowadzić jako goldpiny i nie montować ich nigdzie. Wystarczy kawałek przewodu podłączonego jednym końcem do masy i już można kalibrować miernik. Wszystkie połączenia między nóżkami elementów są umieszczone po jednej stronie płytki, a druga strona jest zaprojektowana jako ciągła masa układu. Po wywierceniu otworów należy szfować te, które nie mogą mieć styku z masą. Pozostałe należy polutować po obu stronach płytki. Na brzegach płytki dobrze jest wywiercić kilka dodatkowych otworów dla połączenia masy górnej z masą po stronie lutowania.

Płytką mostka pomiarowego również jest przeprojektowana, gdyż oryginalna była za szeroka i nie była w stanie zmieścić się w obudowie T-05. Założenia były dokładnie takie same, jak przy płytce części cyfrowej układu. Jedna strona ma ścieżki do połączeń elementów a druga jest jedną wielką masą. Przy projektach płytek w.cz. Należy zachować szczególną ostrożność, gdyż mogące tu wystąpić pojemności oraz indukcyjności pasożytnicze znacząco potrafią utrudnić życie przy uruchamianiu układów. Tu mamy do czynienia z mostkiem pomiarowy, więc dodatkowo należy się sprężyć i zaprojektować układ bardzo starannie, zachowując konieczną symetrię. W końcu to układ pomiarowy... Pozwoliłem sobie na jedną zmianę. Ze względu na coraz większą trudność w zdobyciu kondensatorów na wyższe napięcia, zamiast pokazanego na schemacie kondensatora 4,6pF/200V zastosowałem szereg złożony z czterech kondensatorów SMD o pojemności 18pF każdy. Takie kondensatory wytrzymują napięcia rzędu 60V, więc zarówno pojemność, jak i wytrzymałość na napięcie nie ucierpiały. Zwiększyła się nieco indukcyjność układu, ale mnie ma on służyć do urządzeń KF, więc nie będę nad tym płakał.

Na tej płytce jedynymi elementami THT są gniazda UC-1. Reszta jest lutowana powierzchniowo. Nawet elementy, które zostały zakupione jako THT (diody schotky'ego oraz dławiki). Częściowo THT są lutowane wszystkie kondensatory o pojemności 22nF. Wszystkie one służą do blokowania napięć w.cz., więc jedna noga każdego z nich jest lutowana do masy. Jest wywiercony otwór wyłącznie dla tej nogi i jest ona lutowana z obu stron płytki. Gdyby płytka była wykonana fabrycznie, to otwory byłyby metalizowane i wystarczyłoby lutować jednostronnie, ale mamy do czynienia z wykonaniem amatorskim płytek. Płytką mostka ma dokładnie tę samą szerokość, co płytka części cyfrowej, ale jest krótsza. Wygospodarowana przestrzeń na ścianie tylnej pozwoli na bezstresowe zamocowanie gniazda DC 2,1x5,5 do zasilania całego urządzenia. Gniazda UC-1 zostały przykręcone do płytki po stronie masy przy pomocy trzech kołków dystansowych o długości 5mm każde. Kołki mają z jednej strony gwint wewnętrzny, a z drugiej zewnętrzny w rozmiarze M3. Gwint zewnętrzny został przewleczony przez płytkę i kołki zostały zamocowane przy pomocy nakrętek M3 z podkładkami. Z drugiej strony gniazda zostały przymocowane kórkami wkrętami M3. Gorące styki gniazd zostały zalutowane do płytki od strony elementów. Po czym odkręcone zostały wkręty i ponownie przykręcone przez płytę tylną uprzednio powierconej obudowy. W ten sposób gniazda są jednocześnie elementem nośnym dla całej płytki mostka pomiarowego.

Sam mostek został wykonany dokładnie zgodnie z opisem Franceska, czyli poprzez nawinięcie 35 zwojów drutu emaliowanego na zrdzeniu T50-43. Przez tę cewkę został przeleczony odcinek kabla RG174. Gorąca żyła kabla koncentrycznego została polutowana do obu gniazd UC-1, a ekran wyłącznie do gniazda od strony

anteny.

Uruchamianie układu.

Uruchamianie mostka sprowadza się do dwóch czynności.

Należy mostek zasilić napięciem nominalnym i kodłączyć woltomierz prądu stałego po jeden z zacisków pomiarowych (V_{ref} lub V_{dir}) i kręcić potencjometrem montażowym do uzyskania pomiaru na poziomie kilku milivoltów. W ten sposób polazryzuje się wstępnie diody schotky'ego i wzrasta liniowość pomiaru.

Później należy podłączyć układ cyfrowy (tem powinine zadziałać od razu bez kłopotów) i sztuczne obciążenie na wyjście oraz nadajnik na wejście mostka. W przedziale częstotliwości bliskiej 14MHz należy włączyć nadajnik z mocą około 10W (nośna niezmodulowana, na przykład CW) i pokręcić kondensatorem nastawnym do uzyskania najniższego pomiaru SWR na mierniku. W ten sposób dokonuje się zrównoważenia mostka dla w.cz.

Nie należy się przejmować tym, że pomiar wygląda na nieprawdziwy, gdyż część cyfrowa będzie kalibrowana za chwilę. W tym wypadku chodzi jedynie o znalezienie położenia kondensatora w takim miejscu, gdzie będzie minimum SWR.

Uruchamianie części cyfrowej polega na skalibrowaniu pomiaru z mostka.

Część cyfrowa powinna ruszyć od razu i po wyregulowaniu kontrastu wyświetlacza potencjometrem montażowym na wyświetlaczu powinien pokazać się poniższy obraz. Jeżeli nie podłączyliśmy jeszcze mostka, to mogą się na wyświetlaczu pkaazywać jakieś zmienne "pomiar".

Teraz należy podłączyć miernik do sztucznego obciążenia oraz nadajnika nastawionego na moc około 10W i zmierzyć faktyczną moc, jaka jest przekazywana z nadajnika do obciążenia. Można tego dokonać przy pomocy oscyloskopu lub sondy w.cz. Moc wyliczona na podstawie pomiarów oscyloskopem musi zostać wprowadzona do procesora jako wzorzec o od tego momentu miernik zaczyna fatycznie mierzyć moc oraz SWR.

Do wprowadzania wartości zmierzonej mocy służą właśnie te przyciski, z których zrezygnowałem i wlutowałem goldpiny. Należy przejść w tryb ustawiania przez zwarcie przyciku SET do masy, włączyć nośną o dokładnie znanej mocy i przy pomocy przycisków UP oraz DWN ustawić na wyświetlaczu właśnie tę, zmierzoną wcześniej moc. Ponowne zwarcie pinu SET do masy spowoduje przejście miernika w tryb pomiaru. Od tej pory można używać miernika do pomiarów SWR i mocy stacji...

Na każdej stacji jakiś miernik mocy i SWR musi być. Ten akurat jest na tyle prosty i łatwy do wykonania, że można go polecić nawet początkującym. Wygoda i czytelność odczytów miernika są niewątpliwą zaletą w porównaniu z miernikami tradycyjnymi, wskazówkowymi.

Szczerze polecam tę konstrukcję. Nie palcie końcówek.....

Kuba SQ7OVV