

Moduł pomiaru mocy

kit AVT-338

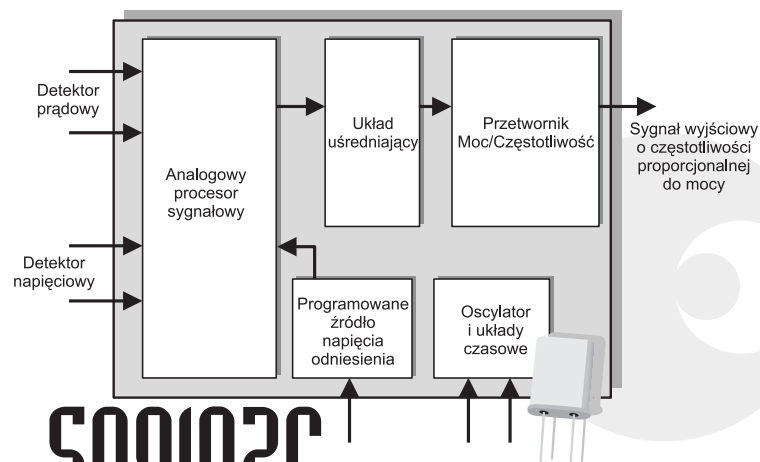
Zmierzenie mocy pobieranej z sieci elektroenergetycznej przez różne odbiorniki było dotychczas zadaniem trudnym do wykonania w sposób elektroniczny. Popularne mierniki magnetoelektryczne z uzwojeniem iloczynowym mają duże rozmiary, są trudne w obsłudze i nie pozwalają na zautomatyzowaną obróbkę wyników pomiaru.

Lekarstwem na te problemy jest prezentowany w artykule prosty w wykonaniu moduł elektroniczny, dzięki któremu pomiar mocy sprowadza się do prostego pomiaru częstotliwości sygnału w standardzie TTL lub CMOS.

„Sercem“ modułu do pomiaru mocy jest układ scalony SA9102C produkowany przez południowoafrykańską firmę Sames. Na rys.1 przedstawiono uproszczony schemat blokowy tego układu. Jak widać, we wnętrzu układu zintegrowany został prosty procesor sygnałowy z przetwornikami A/C dla czujników prądu i napięcia, układ uśredniający wyniki pomiaru (likwiduje wpływ zakłóceń szpilkowych na wynik), przetwornik moc/częstotliwość z dwoma wyjściami o różnych współczynnikach podziału, precyzyjne, programowane źródła napięcia odniesienia oraz oscylator i układy czasowe synchronizujące pracę wszystkich modułów wewnętrznego układu SA9102C.

Konstrukcja układu SA9102C umożliwia pomiar mocy rzeczywistej odbieranej przez odbiornik w zakresie dynamicznym 1000:1. Oznacza to, że przy założonym maksymalnym poborze prądu 100A możliwy jest pomiar mocy w zakresie 22..22000W. Zakres pomiarowy można łatwo dostosować do własnych potrzeb, co zostanie przedstawione w dalszej części artykułu.

W tab.1 znajduje się zestawienie



Rys. 1. Schemat blokowy układu SA9102C.

Parametry układu pomiarowego

- ✓ napięcie zasilania: 120..230VAC;
- ✓ maksymalny prąd mierzony: 80A;
- ✓ dynamika zakresu pomiarowego: 60dB (1000:1);
- ✓ zakres częstotliwości wyjściowej: 10..1160Hz lub 0.035..4Hz;
- ✓ pobór mocy z sieci energetycznej: 30mW.

Tabela 1. Podstawowe parametry układu SA9102C.

Parametr	Oznaczenie	Wartość typowa
Dodatnie napięcie zasilania	Vdd	2.5V
Ujemne napięcie zasilania	Vss	2.5V
Dodatni prąd zasilania	Idd	5mA
Ujemny prąd zasilania	Iss	5mA
Maksymalny prąd wejść czujnikowych	Iinp	±25µA
Obciążalność wyjść	Iout1/2	10mA
Napięcie odniesienia	Uref	1.2V (w odniesieniu do Vss)
Prąd odniesienia	Iref	50µA

nie podstawowych parametrów układu SA9102C.

Ponieważ układ pomiarowy jest zasilany bezpośrednio z sieci energetycznej, to wszystkie jego elementy znajdują się na potencjale sieci (z wyjątkiem obwodu wyjściowego transoptora To1), co jest niebezpieczne dla życia i zdrowia użytkownika. Wymagane jest więc zachowanie dużej ostrożności podczas uruchamiania i testowania układu.

Opis układu

Na rys.2 przedstawiony został schemat elektryczny układu pomiarowego.

Częstotliwość wzorcowa pracy układu US1 jest określona przez oscylator kwarcowy X1 o częstotliwości 3.579MHz. Napięcie sieci jest mierzone na wejściu IVP układu US1. Maksymalny prąd wejściowy tego wejścia wynosi 14µA, niezbędne jest więc zastosowanie dzielnika napięcia sieci. Jego rolę spełniają rezystory R1 i R2, a rezystor R3 zapobiega przekroczeniu dopuszczalnego prądu wejścia IVP.

Rezystory R5 i R6 ograniczają prąd wpływający do wejść IIN oraz IIP, które są wejściami układu mierzącego prąd pobierany przez obciążenie. Wartość ich rezystancji zależy od wymagań stawianych układowi. Należy więc dobrać je samodzielnie według wzoru podanego poniżej:

$$R5 = R6 = I_{obc} * R_{cz} / 32 \mu A,$$

gdzie:
 I_{obc} - maksymalny prąd pobierany przez układy obciążające [A];

R_{cz} - rezystancja czujnika prądowego[Ω] (widoczny na rys.3).

Producent układu zaleca stosowanie czujnika prądowego o możliwie małej rezystancji, lecz nie mniejszej niż 200µΩ. Podczas dobierania tego rezystora należy pamiętać, że jego duża rezystancja wpływa niekorzystnie na dokładność pomiaru i w przypadku pomiaru większych prądów (do 80A) zalecane jest stosowanie rezystora pomiarowego o rezystancji 200µΩ. Powinien to być rezystor o specjalnej konstrukcji, przystosowany do przewodzenia tak dużych prądów.

Współczynnik przetwarzania układu US1 jest ustalany przy pomocy prądu wpływającego do wejścia oznaczonego VREF. Zalecana wartość rezystancji rezystora R4 wynosi 24kΩ. Powinien to być rezystor wysokostabilny, ponieważ zmiany jego rezystancji wpływają bardzo niekorzystnie na stabilność i dokładność odczytywanego wyniku.

Jak wspomniano na początku artykułu, moduł pomiarowy jest zasilany bezpośrednio z sieci energetycznej. Uzyskano dzięki temu znaczne uproszczenie konstrukcji i jednoczesne obniżenie jego kosztów. Rolę zasilacza stabilizowanego o napięciu ±2.5V spełniają elementy:

- R7, C8 - ich zadaniem jest ograniczenie prądu pobieranego

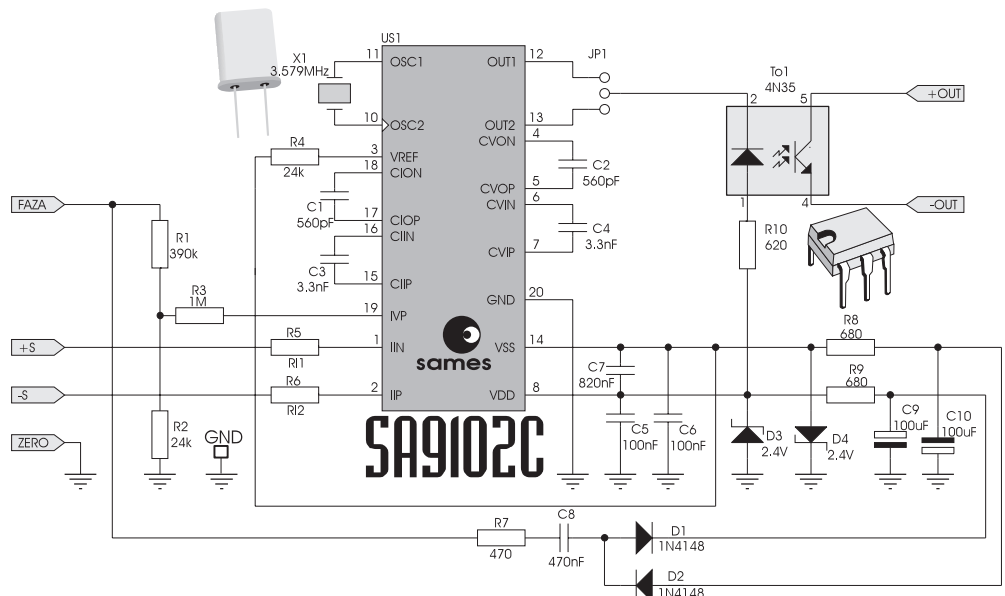
przez układ US1 (ogranicznikiem prądu jest kondensator C8, którego impedancja dla prądu o częstotliwości 50Hz wynosi ok. 7kΩ, natomiast rezystor R7 ogranicza prąd ładowania kondensatora C8);

- D1, D2 - spełniają rolę dwóch prostowników jednopółkwykowych;
- C9, C10, R8, R9, C5, C6, C7 - spełniają rolę filtra napięcia wyprostowanego przez diody D1 i D2;
- D3, D4 - diody Zenera, stabilizujące napięcie zasilające układ US1.

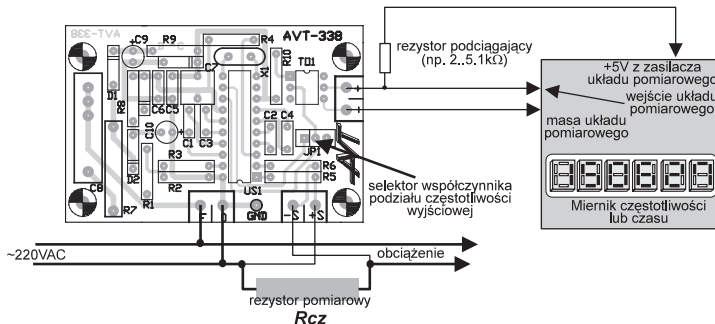
Układ SA9102C ma dwa wyjścia o różnych zakresach częstotliwości wyjściowej. Na wyprowadzeniu OUT1 generowany jest sygnał o częstotliwości zależnej liniowo od zmierzonej mocy, przy czym częstotliwość zmienia się w zakresie 10..1160Hz, natomiast na wyjściu OUT2 sygnał ten ma częstotliwość w zakresie 0.035..4Hz.

Wyjście OUT1 można wykorzystać do współpracy z układami wyjściowymi mierzącymi częstotliwość, a wyjście OUT2 z układami mierzącymi czas.

Podczas projektowania układu przewidziana została możliwość selekcji wyjścia, z którego chcemy korzystać - służy do tego zworka JP1. Wybrane przy jej pomocy wyjście steruje diodą LED transoptora To1. Transoptor ten zapewnia izolację galwaniczną pomiędzy potencjałem sieci ener-



Rys. 2. Schemat elektryczny układu.



Rys. 3. Sposób podłączenia układu pomiarowego do miernika częstotliwości.

tycznej (na którym znajduje się cały układ pomiarowy), a układem wykorzystywanym do wizualizacji wyniku pomiaru. Rolę takiego układu może spełnić w najprostszym wypadku zwykły częstościomierz z wejściem TTL lub CMOS, lecz w takim przypadku konieczne będzie przeliczenie wyświetlanego wyniku pomiaru. Wynika to z faktu, że częstotliwość wyjściowa generowana przez układ SA9102C wynosi:

$$f = (11,16 \cdot k \cdot I_i \cdot I_v \cdot 10^{12}) / 2,5, \text{ gdzie:}$$

k - zależnie od wybranego wyjścia układu, dla OUT1 $k=1160$, dla OUT2 $k=4\text{Hz}$;

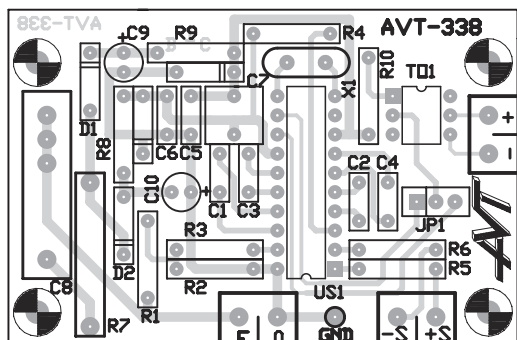
I_i - prąd wejścia pomiarowego prądu (max. 16 mA dla maksymalnego prądu mierzonego);

I_v - prąd wejścia pomiarowego napięcia (max. 14mA dla napięcia nominalnego sieci).

Na rys.3 przedstawiono sposób podłączenia rezystora pomiarowego Rcz do płytki przetwornika, a także sposób podłączenia miernika częstotliwości wykorzystywanego do wyświetlania wyniku pomiaru.

Montaż i uruchomienie układu

Układ zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej, której widok przedstawia rysunek na wkładce wewnątrz numeru. Roz-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

mieszczenie elementów przedstawia rys.4.

Montaż układu nie jest zbyt skomplikowany, wymaga jednak sporo uwagi od konstruktora, ponieważ urządzenie jest zasilane bezpośrednio z sieci energetycznej. Układ scalony US1 oraz transpator To1 można zamontować w podstawkach. Montaż pozostałych elementów należy przeprowadzić zgodnie ze standardowymi zasadami - począwszy od elementów montowanych płasko na powierzchni płytki (rezystory, diody).

Uruchomienie układu jest dość trudne, ponieważ cały czas operujemy na układzie podłączonym do sieci. W układzie przetwarzającym nie występują napięcia niebezpieczne - US1 jest zasilany napięciem o wartości ok. 5V. Należy jednak pamiętać o tym, że wszystkie elementy mogą być na potencjale sieci energetycznej, co jest niebezpieczne dla życia ludzkiego!

Po zmontowaniu układu na płytce drukowanej dołączamy do niej pozostałe elementy zgodnie z rys.3 i możemy rozpocząć proces wstępnego uruchomienia.

Polega ono na sprawdzeniu wartości napięć zasilających na wyprowadzeniach Vss (pin 14) oraz Vdd (pin 8) względem masy zasilania (pin 20). Na płytce drukowanej wyprowadzono pomocniczy punkt połączony galwanicznie z masą zasilania i oznaczony GND, względem którego możemy dokonać pomiarów. Zmierzone napięcia powinny mieć wartość +2.5V (pin 8) i -2.5V (pin 14). Jeżeli napięcia te będą zbliżone do podanych wartości, to należy sprawdzić, czy na wyjściach OUT1 i OUT2 jest generowany sygnał prostokątny - przy czym nie wolno robić tego oscyloskopem bezpośrednio na wyjściach układu US1! Badania przy pomocy oscyloskopu lub miernika czę-

stotliwości można przeprowadzić tylko na wyjściu transpatora To1, zgodnie z rys.3.

Uwagi końcowe

Ponieważ układ jest zasilany bezpośrednio z sieci energetycznej, to nie wolno po włączeniu go do sieci dotykać ręką żadnego elementu znajdującego się na płycie drukowanej. Podobne zastrzeżenie dotyczy punktów lutowniczych, złącz śrubowych i rezystora pomiarowego. Przestrzeganie tych uwag jest bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa konstruktora.

Niedopuszczalne są także zmiany położenia zworki JP1 podczas pracy układu - wyjście układu US1 także znajduje się na potencjale sieci! Zmiana położenia zworki wymaga wyłączenia układu z sieci.

Piotr Zbysiński, AVT

Układ opracowano na podstawie materiałów firmy Sames.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 390kΩ
- R2: 24kΩ
- R3: 1MΩ
- R4: 24kΩ 1%
- R5: R1*(1,6kΩ)
- R6: R12*(1,6kΩ)
- R7: 470Ω/1W
- R8, R9: 680Ω
- R10: 620Ω
- Rcz: *200μΩ (80A)

Kondensatory

- C1, C2: 560pF
- C3, C4: 3,3nF
- C5, C6: 100nF
- C7: 820nF
- C8: 470nF/400VAC
- C9, C10: 100μF/16V

Półprzewodniki

- D1, D2: 1N4148
- D3, D4: 2.4V min. 150mW
- To1: 4N35
- US1: SA9102C Sames

Różne

- JP1: jumper 1x3 ze zworką
- X1: kwarc 3.579MHz

Uwaga! Elementy oznaczone "" nie wchodzą w skład kitu. Ich wartości należy dobrać zgodnie ze wzorami podanymi w artykule. Wartości elementów podane w nawiasach dotyczą egzemplarza modelowego.*