

# Skala cyfrowa do transceivera KF lub UKF

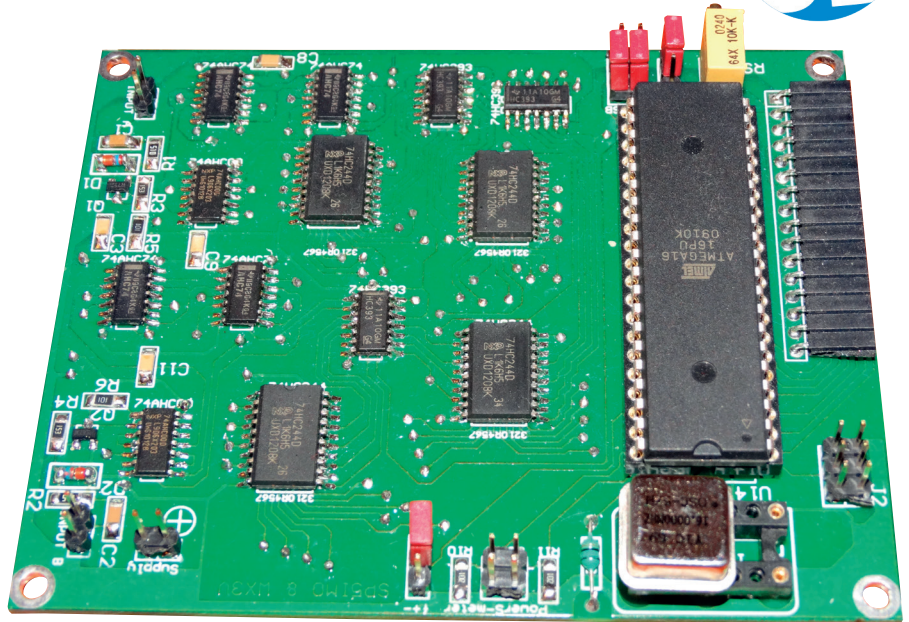
**AVT  
5423**


Opisywana skala cyfrowa mierzy jednocześnie częstotliwości sygnałów doprowadzonych do dwóch niezależnych wejść (VFO – Input A i BFO – Input B) podając na wyświetlaczu sumę lub różnicę częstotliwości.

Wyboru dokonuje się za pomocą zwory. Natomiast po włączeniu (zworami) emisji AM lub FM, częstotliwość formowania sygnału (lub częstotliwość pośrednia odbiornika) jest przepisywana z pamięci Flash w miejsce mierzonej częstotliwości BFO i jest wyświetlana jej suma lub różnica z częstotliwością VFO (Input A). Rodzaj aktualnie włączonej emisji i stan transceivera są sygnalizowane na wyświetlaczu. W czasie odbioru jest wyświetlana siła odbieranego sygnału w skali „S”.

**Rekomendacje:** skala jest bardzo pożądanym wyposażeniem każdego transceivera krótkofalowego.

Przeglądając różnego rodzaju literaturę, a przede wszystkim strony internetowe, możemy natknąć się na wiele rozwiązań cyfrowych skal do transceiverów krótkofalowych. Co prawda, iza kręci się w oku, gdy oglądamy układy bez mikrokontrolerów dość powszechnie budowane zaledwie kilkanaście lat temu [1], albo gdy natrafiamy na urządzenia, które wymagały nie byle jakiej przemyślności w pisaniu programu, tak aby zmieścił się on do małego Flash'a [2, 3, 4, 5]. Ze zdumieniem konstatujemy, że przyzwoita energooszczędność mikroprocesora i dołączonych układów peryferyjnych była unicestwiana skutkiem zaimplementowania kilku siedmiosegmentowych wyświetlaczy LED do wyświetlania wyniku pomiaru [3, 5]. Z drugiej jednak strony z uznaniem trzeba stwierdzić, że urządzenia, w których stosowano mikrokontrolery firmy Microchip [3, 5, 6] charakteryzują się dużą prostotą,



gdyż procesory te są wyposażone w licznik zdarzeń pracujący do częstotliwości nieco ponad 50 MHz. Szkoda tylko, że pojemność tego licznika jest stosunkowo niewielka i dlatego uzyskiwana dokładność pomiaru częstotliwości nie była lepsza niż 100 Hz. Cóż, dobudowywanie preskalerów z wyjściami, na których pojawiałyby się wynik zliczania kolejnych impulsów, wymagał dodatkowych pinów I/O procesora do ich odczytywania, a tego owe małe mikrokontrolery niestety nie mają w nadmiarze. Taka modyfikacja generowałaby dodatkowo istotne trudności w tworzeniu oprogramowania, opisane na końcu tego artykułu. Warto podkreślić, że pokazany problem dotyczył również najlepszego z cytowanych układów [5]. Aby te słowa nie zostały odebrane przez Czytelników jako krytykanctwo, przejdę do opisu właściwości i budowy swojego urządzenia.

Skonstruowana skala cyfrowa mierzy jednocześnie częstotliwości sygnałów doprowadzonych do dwóch niezależnych wejść (VFO – Input A i BFO – Input B) podając na wyświetlaczu ich sumę lub różnicę. Wyboru rodzaju arytmetycznego działania, pokazanego symbolicznie („+” lub „-”) w prawym dolnym rogu wyświetlacza, dokonuje się przełączając zworę. Operowanie wynikami zliczeń jest charakterystyczne dla emisji SSB lub CW. Natomiast po włączeniu (zworami) emisji AM lub FM, częstotliwość formowania sygnału (lub częstotliwość pośrednia od-

biornika) jest przepisywana z pamięci Flash w miejsce mierzonej częstotliwości BFO. Analogicznie, jej suma lub różnica z częstotliwością VFO (Input A) jest pokazywana na wyświetlaczu. Oczywiście, rodzaj aktualnie włączonej emisji jest sygnalizowany na wyświetlaczu. Na ekranie skali jest wyświetlany aktualny stan pracy transceivera, tzn. RX – odbiór lub TX – nadawanie. W czasie odbioru jest wyświetlana siła odbieranego sygnału w skali „S”. Bezpośrednie podłączenie napięcia ARW (ang. AGC) do pinu  $V_{S-metr}$  da poprawny rezultat tylko wtedy, gdy napięcie ARW jest logarytmiczną funkcją napięcia sygnału doprowadzonego do wejścia odbiornika. Podczas nadawania włączany jest woltomierz V pokazujący napięcie doprowadzone do pinu  $V_{Power}$  w stosunku do napięcia odniesienia przetwornika A/C (2,56 V), wyrażone w procentach. W przypadku pomiaru napięcia na wyjściu nadajnika, takie względne wskazanie uniezależnia nas od mocy aktualnie konstruowanego, posiadanego lub rozbudowywanego transceivera, pozwalając dobrać potencjometrem montażowym maksimum napięcia na każdym z obsługiwanych pasm.

Czas odświeżania informacji wyświetlanych na ekranie LCD wynosi dokładnie 0,2 s. Jego skrócenie jest możliwe poprzez zmianę w oprogramowaniu, jednak nie polecam tego, ponieważ potencjalne szybkie „miganie” najmniej znaczącej cyfry wyświetlanej

częstotliwości nie dość, że irytuje, to jeszcze męczy. Aczkolwiek rozumiem ewentualne rozczarowanie „szybkich” telegrafistów, pracujących ze splitem w modzie „bk”, spowodowane opieszałością wyświetlacza. Szczęśliwie etap zdobywania dyplomu DXCC na telegrafii mam już za sobą.

Ze względu na stosunkowo wysokie napięcia wytwarzane przez generatory VFO i BFO, cyfrowa skala częstotliwości nie wymaga wejść o dużej czułości, dlatego też pokazany układ pracuje poprawnie dla sygnałów o napięciu przekraczającym kilkaset miliwoltów. Zgodnie z danymi katalogowymi, użyte elementy umożliwiają pomiary częstotliwości do 140 MHz na każdym z wejść. Jednak ze względu na ograniczone możliwości pomiarowe stwierdziłem jedynie, że układ poprawnie mierzy częstotliwości do 100 MHz. Zapewne możliwym jest wyselekcjonowanie wejściowych dzielników, tak aby górna granica zakresu mierzonych częstotliwości przekraczała maksymalną katalogową wartość. Jednak nie polecam prowadzenia takiego doboru metodami „domowymi” ze względu na montaż powierzchniowy układu i możliwość uszkodzenia płytki drukowanej podczas wlotowywania i wylutowywania układów scalonych.

Skala cyfrowa pokazuje zmierzoną częstotliwość z dokładnością do 10 Hz. Trzeba jednak pamiętać o tym, że skutkiem zmian temperatury zmieniają się parametry elementów wchodzących w skład wzorcowego generatora oraz zmienia się częstotliwość rezonansowa zawartego w nim rezonatora kwarcowego. W efekcie zmienia się częstotliwość odniesienia (wzorca). Wahania temperatury w zakresie  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  wywołują wahania częstotliwości wzorcowej (16 MHz) na poziomie  $\pm 3$  Hz. Nie ma to znaczenia przy pomiarze niskich częstotliwości, ale przy pomiarach częstotliwości będących wielokrotnościami częstotliwości wzorca, wahania temperatury mogą być przyczyną nawet kilkudziesięcio-hercowych błędów pomiarów.

### Opis budowy i działania układu

Schemat ideowy skali do transceivera pokazano na **rysunku 1**. W jej skład wchodzi dwa dzielniki wstępne modulo  $2^{16}-1$  wraz z układami formowania i bramkowania mierzonego sygnału U1 i U2 (74AHC00). Pierwszy z nich, mierzący częstotliwość VFO, z wejściem oznaczonym INPUT A, zbudowano w oparciu o tranzystor Q1 (BFR106) i układy dzielące U3, U5, U7 i 1/2 U9 (74AHC74, 74HC393), a drugi służący do pomiaru częstotliwości BFO (wejście INPUT B) składa się z tranzystora Q2 (BFR106) i układów scalonych U4, U6, U8 i 1/2 U9 (74AHC74, 74HC393). Wyjście z pierwszego dzielnika przyłączono do wyprowadzenia INT0, a drugiego do pinu INT1 mikrokontrolera U14 (ATmega16 lub ATmega16A). Oprogra-

mowanie pozwala na zliczanie dodatkowo  $2^8-1$  impulsów pojawiających się na każdym z podanych wejść przerwań. W efekcie, w każdym z kanałów, układ jest w stanie zliczać  $2^{24}-1$  impulsów, co przy czasie zliczania równym 0,1 sekundy, pozwala na to, by każdy z liczników mierzył częstotliwość do 167772,15 kHz. Stanowi to niewielki nadmiar w stosunku do katalogowych „możliwości” układów 74AHC00 i 74AHC74 ustanowionych na poziomie 140000,00 kHz.

Wyjścia każdego kolejnych ośmiu bitów liczników zewnętrznych są przyłączone do wspólnej, ośmiobitowej magistrali danych przez trójstanowe bufor U10-U13 (74HC244). Owa magistrala danych doprowadzona jest do Portu C mikrokontrolera. Cztery starsze bity Portu A są odpowiedzialne za kolejne aktywowanie buforów danych i „przepuszczanie” danych z wyjść liczników do wejść procesora.

Bardzo istotnym elementem skali cyfrowej jest generator kwarcowy pełniący rolę zarówno zegara mikrokontrolera jak też i oscylatora częstotliwości wzorcowej. Jego rolę pełni scalony hybrydowy generator kwarcowy 16 MHz. Decydując o jego zakupie należy zwrócić uwagę na stabilność długoterminową. Jest ona podawana w danych katalogowych jako stosunek bezwzględnej wartości zmiany częstotliwości do częstotliwości pracy generatora wyrażony w ppm (*part per million*). W domowych warunkach z reguły jest tak, że im mniejszą wartość ma ten współczynnik tym lepszą stabilność ma generator. Dotyczy to również krótkoterminowej stabilności temperaturowej. Na rynku najczęściej spotykane są generatory o stabilności 100 ppm, rzadziej 50 ppm, a najrzadziej 25 ppm. Niestety, wraz z poprawą tego parametru rośnie cena jednostkowa generatora.

Z punktu widzenia pomiaru częstotliwości, komercyjnie dostępne generatory kwarcowe mają jeszcze jedną wadę. Mianowicie, ich rzeczywista częstotliwość pracy nieco różni się od częstotliwości nominalnej. Zwykle owa różnica nie przekracza tolerancji wyznaczonej współczynnikiem stabilności. W konsekwencji oznacza to, że interwał czasowy wyznaczany przez generator będzie albo nieco krótszy albo nieco dłuższy od zakładanego. W efekcie częstotliwość będzie mierzona z pewnym niedomiarem lub nadmiarem. Wobec zamkniętej, hermetycznej obudowy sprzętowe dostrojenie generatora nie wchodzi w grę. Ze względu na zalecane warunki pracy równie nieakceptowalne jest jego przestrajanie skutkiem zmiany napięcia zasilania.

Wzbawieniem z opresji jest mikrokontroler znajdujący się w układzie. Niezmienna w czasie różnica częstotliwości nominalnej i częstotliwości pracy generatora powoduje to, że nadmiar lub niedomiar zliczonych impulsów jest wprost proporcjonalny do mierzonej częstotliwości. Zatem wystar-

### Wykaz elementów

#### Rezystory:

R1, R2 – 51  $\Omega$  (1206)  
R3, R4 – 15 k  $\Omega$  (1206)  
R5, R6 – 100  $\Omega$  (1206)  
R7 – 10 k  $\Omega$  (1206)  
R8 –  $2 \times 18 \Omega$  (1206)  
R9 – 10 k  $\Omega$  liniowy  
R10, R11, R12, R13, R14, R15 – 1 k  $\Omega$  (1206)

#### Kondensatory:

C1, C2 – 1 nF (1206)  
C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14 – 100 nF (1206)

#### Półprzewodniki:

D1, D2 – BAT43 (minimelf)  
Q1, Q2 – BFR106 (SOT-23)  
U1, U2 – 74AHC00 (SO-14)  
U3, U4, U5, U6 – 74AHC74 (SO-14)  
U7, U8, U9 – 74HC393 (SO-14)  
U10, U11, U12, U13 – 74HC244 (SO-20)  
U14 – ATmega 16 lub ATmega16A (DIP-40)

#### Inne:

U15 – Generator 16 MHz (DIP-14 lub DIP-8)  
U16 – Y162-4AHAYDCL IND – wyświetlacz alfanumeryczny LCD 16\*2 zgodny ze standardem HD44780  
INPUT A, INPUT B, Supply, J5, J6 – SIP2  
J1 – SIP18 (F) + SIP18 (M)  
J2, J3 – IDC6  
J4, J7 – SIP3  
L2 – dławik 10  $\mu\text{H}$

czy liczbę zliczonych impulsów pomnożyć przez współczynnik będący stosunkiem częstotliwości pracy generatora do jego częstotliwości nominalnej, aby uzyskać poprawną wartość zmierzonej częstotliwości. W rozważanym przypadku, aby wynik takiej operacji był odpowiednio dokładny w całym zakresie pomiarowym to dokładność wyznaczenia takiego współczynnika powinna być o rząd większa od dokładności pomiaru, czyli od 10 Hz. Innymi słowy, obliczenie owego współczynnika powinno być dokonane w oparciu o daną pomiarową będącą częstotliwością pracy generatora wyznaczoną z dokładnością do 1 Hz. Cóż, w przypadku określonego układu, danego generatora kwarcowego, jego częstotliwość pracy można potraktować jako niezmienną i wpisać ją do programu jako tę daną.

Do Portu B mikrokontrolera jest przyłączony wyświetlacz alfanumeryczny LCD

REKLAMA

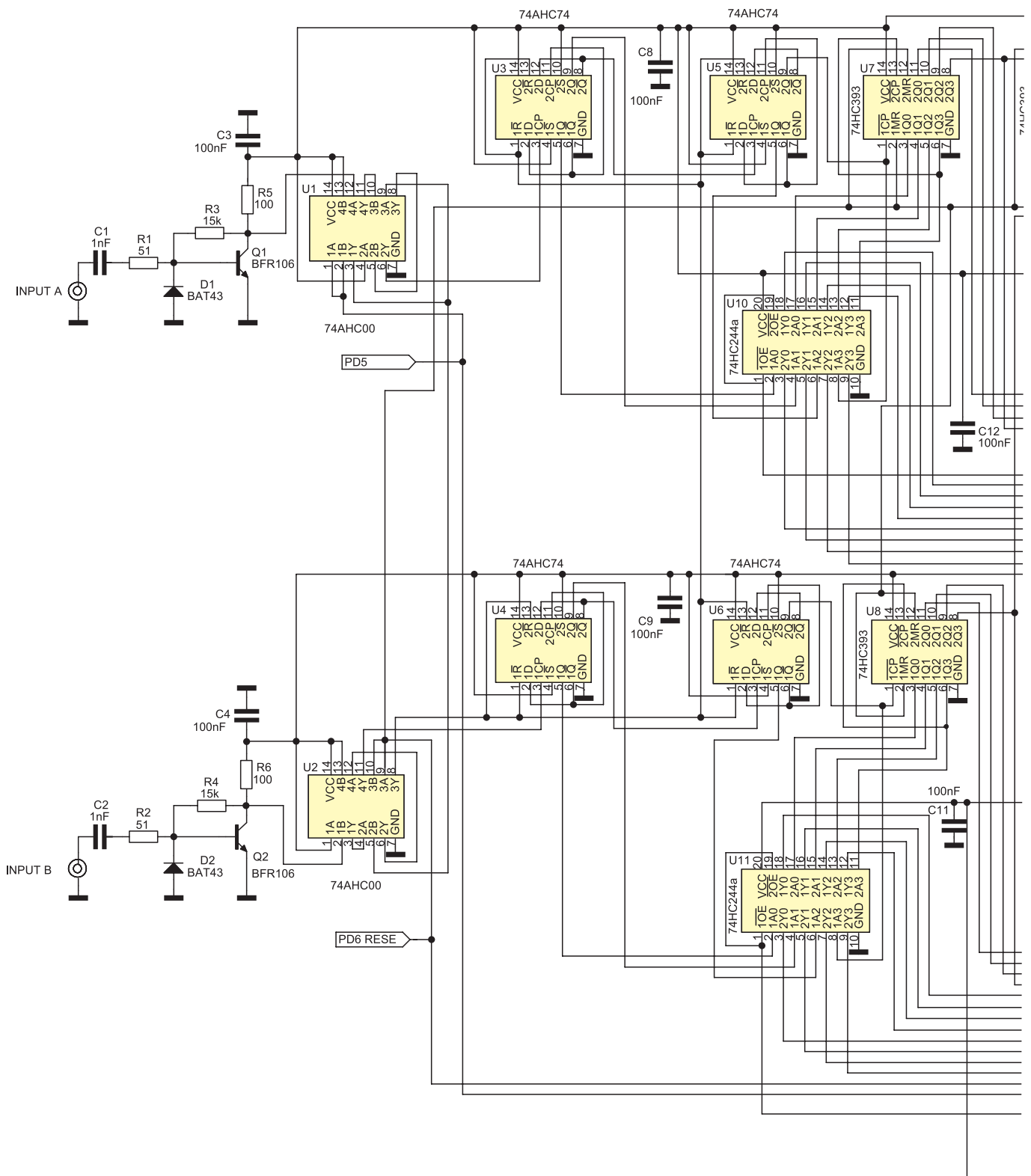


Projekty na...  
**STM32**  
www.stm32.eu

ST  
life.augmented

KAMAMI





Rysunek 1. Schemat skali cyfrowej.

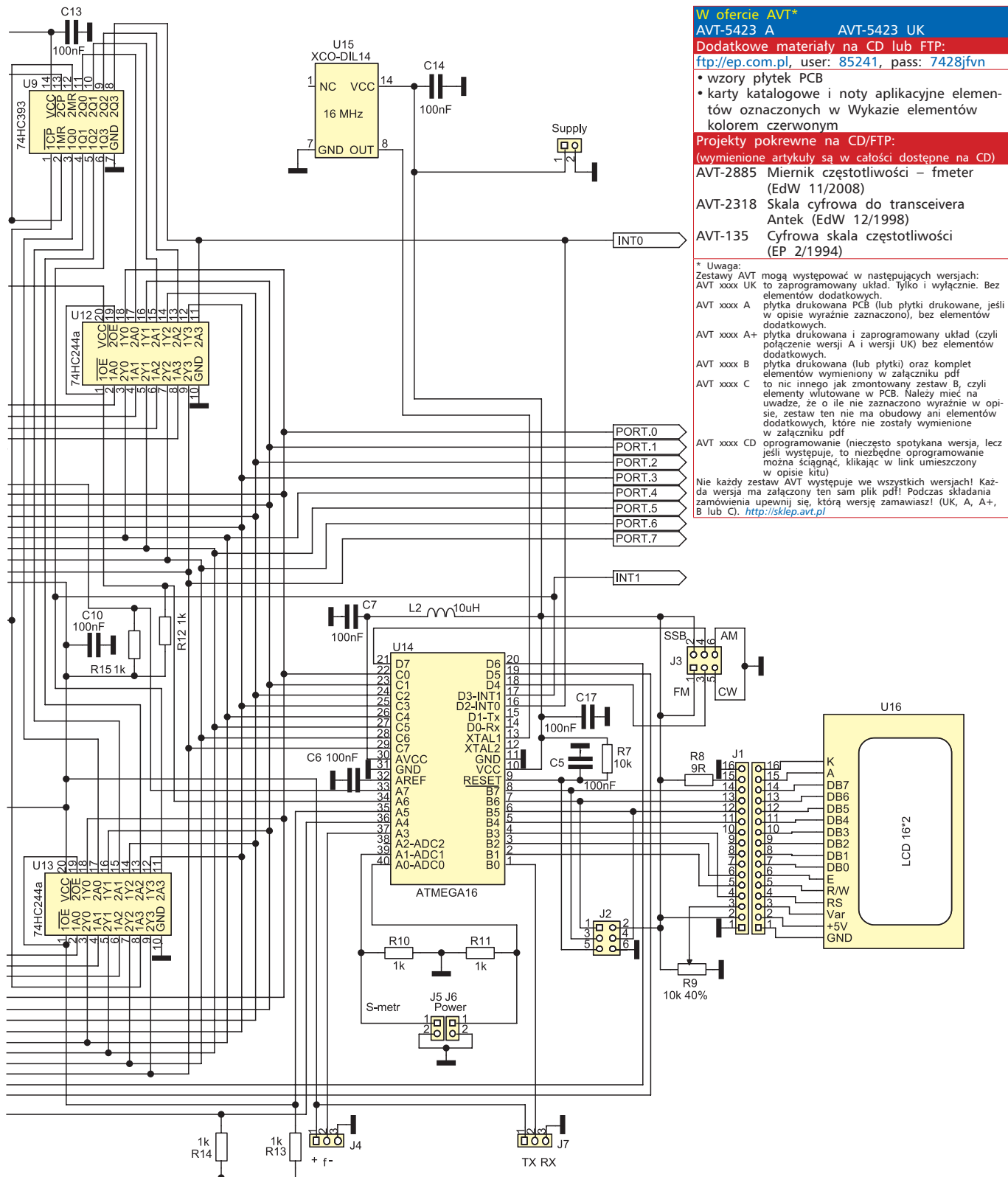
2×16, znaków zgodny z HD44780. Warto to połączenie pozostawić rozłącznym, tak aby wymiana zepsutego wyświetlacza nie wymagała użycia lutownicy. Ostrość wyświetlanych znaków reguluje się potencjometrem nastawnym R9.

Oprócz złącz, którymi doprowadzane są mierzone sygnały (INPUT A, INPUT B), napięcie zasilania +5 V (SUPPLY), sygnał ARW do S-metra (J5), wyprostowane napięcie an-

tenowe (J6), na płytce znajdują się również złącza konfigurujące pracę cyfrowej skali. Znajdują się wśród nich: złącze do konfiguracji wyświetlanej emisji transceivera (J3), złącze wyboru sumy bądź różnicy częstotliwości VFO i BFO (J4) i złącze sygnalizujące stan odbioru lub nadawania (J7). Opis wprowadzeń wszystkich złącz jest pokazany poniżej w tabelach 1-4. Stan Portów mikrokontrolera może być ustawiany programowo,

dlatego też nie jest koniecznym zwieranie zworami par pinów oznaczonych gwiazdkami. Oczywiście wszystkie pozostałe ustawienia wymagają połączenia za sobą pinów o numerach podanych w tabelach.

Układ wyposażony jest w jeszcze jedno użyteczne złącze (J2) dające możliwość programowania mikrokontrolera bez konieczności jego demontażu. Rozkład wyprowadzeń w tym złączu jest zgodny ze standardem



**W ofercie AVT\***  
 AVT-5423 A AVT-5423 UK  
**Dodatkowe materiały na CD lub FTP:**  
[ftp://ep.com.pl](http://ftp.ep.com.pl), user: 85241, pass: 7428jfvn

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

**Projekty pokrewne na CD/FTP:**  
 (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)  
 AVT-2885 Miernik częstotliwości – fmeter (EdW 11/2008)  
 AVT-2318 Skala cyfrowa do transceivera Antek (EdW 12/1998)  
 AVT-135 Cyfrowa skala częstotliwości (EP 2/1994)

\* Uwaga:  
 Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf  
 AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wylutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf  
 AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

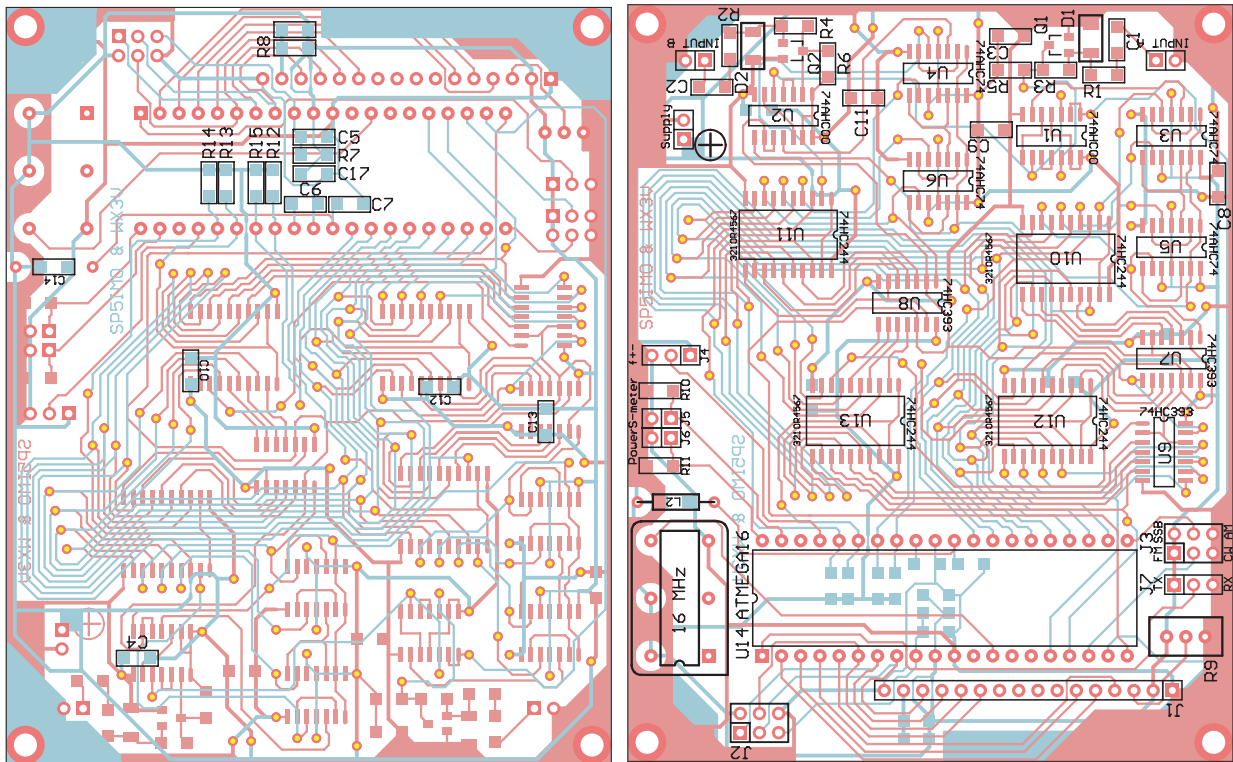
zapropnowanym przez firmę Atmel i stosowanym w fabrycznych programatorach ISP. Jednak bezwzględnym warunkiem korzystania z niego jest odłączenie wyświetlacza LCD. Jak widać jest to drugi argument przemawiający za tym by połączenie (J1) pomiędzy płytką i wyświetlaczem łatwo dawało rozłączać się.

Warto zwrócić uwagę, że wszystkie ze złącz konfiguracyjnych cyfrowej skali

mogą być łatwo połączone z istniejącymi w transceiverze układami przełączania pasm, przełączania nadawanie-odbioru oraz przełączania aktualnie wykorzystywanej emisji. Zatem urządzenie nadawczo-odbiorcze może zmieniać konfigurację opisanego układu dynamicznie dostosowując ją do aktualnych potrzeb, zwalniając jednocześnie użytkownika od niepotrzebnych działań.

### Montaż i uruchomienie układu

Schemat montażowy skali cyfrowej pokazano na rysunku 2. Jak zwykle w układach prototypowych montaż należy rozpocząć od przelotek zalutowując w nich krótkie kawałki drutu. Operacja ta ma nie tylko walor estetyczny, ale umożliwia naprawę niewielkich niedoskonałości obwodu drukowanego. Następnie montaż płytki przeprowadza się poczynając od najmniejszych, a kończąc na



Rysunek 2. Schemat montażowy skali cyfrowej.

największych elementach. Takie działanie pozwala uniknąć przypadkowego nadtopienia dużych podzespołów, gdy koniecznym jest wlutowanie mniejszych części usytuowanych pomiędzy nimi. Ponieważ elementy znajdują się po obu stronach płytki (rys. 2) to lutowanie można rozpocząć od jej „spodniej” powierzchni. Znajdują się tam jedynie kondensatory i rezystory SMD w obudowach 1206, zatem ich obecność nie utrudni specjalnie lutowania elementów znajdujących się „od wierzchu”.

W miejscu generatora kwarcowego 16 MHz warto wlutować odpowiednio sprepapowaną podstawkę układu scalonego DIP-14. Owa „preparacja” polega na usunięciu pinów z wyjątkiem tych oznaczonych numera-

mi 1, 4, 7, 8, 11, 14. Takie rozwiązanie umożliwi dobranie z czasem najstabilniejszego generatora kwarcowego, a co więcej uniezależni użytkownika od wielkości obudowy generatora tzn. „pasowac” będą te o rozstawie wyprowadzeń DIP-14 i te z wyprowadzeniami DIP-8. Również wskazanym jest wlutowanie w miejsce procesora podstawki DIP-40. Schematy montażowe „górnej” i „dolnej” powierzchni płytki pokazano na rys. 2.

Po zakończeniu lutowania należy dołączyć napięcie zasilania (+5 V) do gniazda SUPPLY zachowując właściwą polaryzację opisaną na płytce. Miernikiem uniwersalnym trzeba sprawdzić napięcia na kolektorach tranzystorów Q1 i Q2. Powinny być one równe połowie napięcia zasilania z możliwą odchyłką o około  $\pm 0.6$  V.

Miernikiem częstotliwości należy zmierzyć i zanotować częstotliwość pracy generatora kwarcowego. Pomiar z dokładnością do jednego Hz trzeba wykonać tylko wtedy, gdy wszystkie elementy układu zostały zamontowane. Ponadto od chwili włączenia napięcia zasilania warto poczekać około 20 minut by

Tabela 2. Funkcje pinów w złączu J3

J3			
SSB	BFO ON	1-3*	2-4*
CW		1-3*	4-6
AM	BFO OFF	3-5	2-4*
FM		3-5	4-6

generator „nagrzał się”. Po dokonaniu tych czynności należy odłączyć napięcie zasilania od układu.

Skompilowany program stanowiący „wsad” do procesora (Skala.hex) należy otworzyć edytorem mającym możliwość czytania zbiorów Intel-hex (\*.hex). Edytory takie znajdują się bardzo często w programach obsługujących programatory mikrokontrolerów (np. PonyProg [7]). Modyfikacji należy poddać ostatnich osiem bajtów wpisywanych do pamięci Flash procesora (rysunek 3). W ostatnich czterech bajtach trzeba, z dokładnością do 10 Hz, wpisać środkową częstotliwość pośrednią stosowaną w przypadku emisji AM i FM. Natomiast w poprzedzających je czterech bajtach należy wpisać zmierzoną częstotliwość Zegara procesora

Tabela 1. Funkcje poszczególnych pinów w złączach J1, J2, J5 i J6			
J1		J2	
1	GND	1	MISO
2	+5V	2	+5V
3	V <sub>FOCUS</sub>	3	SCK
4	RS	4	MOSI
5	R/W	5	RESET
6	E	6	GND
7	NC		
8	NC		J5
9	NC	1	V <sub>S-metr</sub>
10	NC	2	GND
11	DATA4		
12	DATA5		J6
13	DATA6	1	V <sub>Power</sub>
14	DATA7	2	GND
15	V <sub>LED</sub>		
16	GND		



Rysunek 3. Zapis częstotliwości zegara procesora i częstotliwości pośrednie dla emisji AM i FM w pamięci Flash procesora.

Tabela 3. Funkcje pinów w złączach J4 i J7

J4		J7	
$f_A + f_B$	1-2*	TX	1-2
$f_A - f_B$	2-3	RX	2-3*

Tabela 4. Funkcje pinów w złączach INPUT A, INPUT B i SUPPLY

INPUT A		INPUT B		SUPPLY	
1	INPUT A	1	INPUT B	1	+5V
2	GND	2	GND	2	GND

z dokładnością do 1 Hz. Obie częstotliwości wpisuje się za pomocą liczb dziesiętnych, po dwie cyfry na pojedynczy bajt. Na rys. 3 pokazano przykładowy wpis częstotliwości pośredniej równej 9000,00 kHz i częstotliwości zegarowej 15999942 Hz. Po dokonaniu ewentualnej korekty zbiór należy zapisać w formacie Intel-hex.

Zaprogramowania pamięci Flash należy dokonać przy odłączonym wyświetlaczu LCD podłączając programator do złącza J2 odpowiadającego standardowemu (Atmel) sześciopinowemu złączu ISP. Rozkład wyprowadzeń tegoż złącza podano w wyżej pokazanych tabelach. Po włączeniu napięcia zasilania „wgrzywa się”, zmodyfikowany lub niezmodyfikowany, wsad procesora automatycznie weryfikując jego poprawność wprowadzenia. Następnie koniecznym jest ustawienie konfiguracyjnych bitów procesora tak, aby pracował on poprawnie dla częstotliwości zewnętrznego zegara 8-16 MHz i opóźnieniu jego włączania nie krótszym niż 64 ms. Opcje JTAG, OCD muszą pozostać nieaktywne czyli niezaznaczone muszą być bity OCDEN i JTAGEN. Wyłączona musi być również opcja pracy z Boot Strap Loaderem – niezaznaczony bit BOOTRST. Podobnie niezaznaczonym powinien pozostać bit BODEN. Stan innych bitów konfiguracyjnych będzie miał raczej niewielki wpływ na poprawną pracę cyfrowej skali. Zatem można je włączać lub wyłączać zgodnie z potrzebami użytkownika.

Konfigurację bitów zabezpieczających pozostawiam Czytelnikom, ponieważ udostępniając projekt nie widzę potrzeby wykorzystywania tej opcji mikrokontrolera. Jednak warto zdawać sobie sprawę z tego, że w niektórych ich konfiguracjach program zawarty w mikrokontrolerze przestanie poprawnie pracować.

Jeśli wyświetlacz jest przylutowany przewodami do płytki, to programowania

procesora należy dokonać przed jego wluutowaniem do układu lub włożeniem w podstawkę znajdującą się na płytce. Przy czym trzeba ściśle zachować zestaw zaleceń wyspecyfikowanych powyżej.

Po ponownym podłączeniu wyświetlacza LCD lub umieszczeniu procesora w płytce (podstawce) i włączeniu napięcia zasilania układ skali cyfrowej rozpocznie swoją normalną pracę. Potencjometrem montażowym R9 należy ustawić kontrast wyświetlanych znaków. Przed zamontowaniem skali w transceiverze warto jeszcze kolejny raz skontrolować poprawność ustawienia częstotliwości zegara.

### Uwagi końcowe

Układ cyfrowej skali pobiera około 130...170 mA ze źródła o napięciu +5 V. Jest to stosunkowo dużo, gdy jest on wbudowany do transceivera zasilanego z baterii albo akumulatora. Zatem rozsądnym może być zamontowanie automatycznej regulacji natężenia prądu płynącego przez diody LED podświetlające wyświetlacz LCD lub wyłącznika podświetlenia. To drugie rozwiązanie można łatwo wykonać montując wyłącznik szeregowo z rezystorami R8 (9 Ω), natomiast pierwsze z nich wymaga pomiaru efektywności oświetlenia wyświetlacza LCD światłem zewnętrznym i kluczowania np. tranzystora, którego obwód emiter-kolektor jest włączony szeregowo z rezystorem R8. Do pomiaru oświetlenia można użyć niewykorzystanego przetwornika A/C (Port A, pin 2 procesora), a tranzystor może być kluczowany sygnałem pojawiającym się na wyprowadzeniach Portu D, pinach 0 lub 1. Pozostaje tylko problem zakłóceń (odbiornika) generowanych przez taki układ i pozornie błahy problem dopisania fragmentu odpowiedniego oprogramowania do źródłowego kodu działającego w mikrokontrolerze.

Program wykonywany w procesorze musi zawsze zachowywać stały czas zliczania impulsów wchodzących do liczników, a skutkiem tego, że naprzemiennie (po zliczaniu) następuje przetwarzanie i wyświetlanie wyniku, również i ta część programu musi być wykonywana w określonym, niezmiennym czasie. Z pozoru wygląda to na zagadnienie spotykane w zegarkach (chronometrach), jednak w zegarku „odliczane” interwały czasowe mogą różnić się między sobą, byleby tylko ich średnia długość pozostawa-

ła niezmienna w ciągu określonego czasu np. jednej sekundy. W przypadku tego układu takie wahania długości np. czasu zliczania występować nie mogą, bo powodowałyby to, na wyższych częstotliwościach, wahania liczby zliczonych impulsów i „migotanie” ostatnich cyfr mierzonej częstotliwości. Tak naprawdę to, właśnie to zagadnienie stanowi zasadniczą trudność napisania załączonego programu i rozszerzaniu jego funkcjonalności. Komplikuje się ono przede wszystkim wtedy, gdy liczba cykli zegarowych potrzebna do wykonania poszczególnych instrukcji nie jest jednakowa.

W przypadku równoległego przyłączenia do złącza J5 i/lub J6 ( $V_{S\text{-metr}}$ ,  $V_{Power}$ ) źródeł napięcia o niskiej wydajności prądowej może okazać się koniecznym demontaż rezystorów R10 i/lub R11 albo zastąpienie ich opornikami o większej wartości. Działanie takie może spowodować zmniejszenie odporności tych wejść na zakłócenia spowodowane indukowaniem się napięcia w dołączonych do nich przewodach wywołanym silnym polem elektromagnetycznym. Zjawisko to może pojawić się głównie podczas pracy nadajnika. Rozwiązaniem problemu może być albo ekranowanie przewodów albo dobudowanie na wyjściu źródeł napięcia odpowiednich układów buforujących.

Warto zaznaczyć, że opisane w tej części działania mają jedynie charakter opcjonalny, bowiem bez nich opisany układ również będzie działał poprawnie. Oprócz funkcji skali cyfrowej opisany układ może być również używany jako miernik częstotliwości.

**Jacek A. Michalski**  
**SP5IMO & WX3V**

### LITERATURA

SP5AHT, kit AVT2318

<http://bc107.republika.pl/lata010203.html>

F6BQU, <http://lpistor.chez-alice.fr/frqblucw.htm>

SP3OTS, <http://sp3ots-p.pl/tl/Skala-cyfrowa.htm>

US8IGI, <http://www.us8igi.narod.ru/ds/ds-0xx.html>

DL4YHF, [http://www.qsl.net/dl4yhj/freq\\_counter/freq\\_counter.html](http://www.qsl.net/dl4yhj/freq_counter/freq_counter.html) i jego polskie klony <http://www.sp-qrp.pl/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=18>

Claudio Lanconelli, <http://www.lancos.com/prog.html>

<http://sklep.avt.pl>