

# Użycie timerów mikrokontrolera STM32F100

## Pomiary małych pojemności oraz indukcyjności

**O ile większość popularnych i tanich multimetrów dysponuje zakresem pomiaru pojemności, o tyle pomiar indukcyjności należy raczej do rzadkości, nawet w tych droższych przyrządach. Często również okazuje się przy pomiarach pojemności, że zakres pomiarowy uniemożliwia pomiar małych pojemności, rzędu pojedynczych pikofaradów. W artykule zaprezentowano rozwiązanie, które umożliwi wykonanie miernika indukcyjności za pomocą mikrokontrolera STM32.**

Autor poszukując najprostszego rozwiązania problemu natknął się w Internecie na rozwiązanie [1]. Wzbudziło ono zainteresowanie, ponieważ stosując jedynie generator LC, oraz jeden wzorcowy kondensator udało się uzyskać bardzo dobrą dokładność. Ponieważ w pierwotnym projekcie wykorzystano mechaniczny przełącznik wyboru zakresu oraz dodatkowy przełącznik, a autor nie należy do zwolenników rozwiązań tego typu, zrealizowano układ pozbawiony elementów mechanicznych i sterowany sygnałami z portów mikrokontrolera. Pomiar pojemności oraz indukcyjności odbywa się poprzez pomiar częstotliwości, więc wykorzystamy oprogramowanie do pomiaru częstotliwości, które opisano w poprzednim artykule. Moduł pomiarowy wykonany według poniższych wskazówek dołączony do własnego projektu charakteryzował się będzie następującymi parametrami:

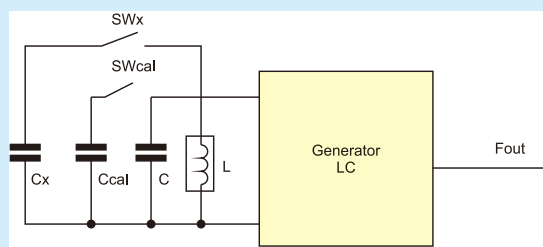
- Zakres mierzonych pojemności: do 0,22  $\mu\text{F}$ /indukcyjności: do 10 mH.
- Rozdzielczość pomiaru 0,1 pF lub 10 nH.
- Dokładność pomiaru pojemności (zależy głównie od tolerancji kondensatora wzorcowego), z kondensatorem 1% C0G: dla małych pojemności do około 2 nF – 1%, a dla końca zakresu 3%.
- Dokładność pomiaru indukcyjności (zależy głównie od tolerancji kondensatora wzorcowego) z kondensatorem 1% C0G: 3%.

### Zasada działania

W najprostszym przypadku aby zmierzyć wartość pojemności lub indukcyjności, wystarczy zmierzyć częstotliwość drgań generatora LC, a następnie na podstawie częstotliwości korzystając z doskonale znanego wzoru

$$F = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

oraz znajomości wartości jednego z elementów, wyznaczyć wartość L lub C, która jest nieznana. Aby uzyskać odpowiednią dokładność pomiaru, należałoby wykonać pomiar indukcyjności (L) o dobrej stabilności i tolerancji przynajmniej 1%. Niestety, popularne cewki indukcyjne charakteryzują się nienajlepszymi parametrami, w porównaniu z kondensatorami. Odpowiednio stabilna oraz dokładna indukcyjność jest w zasadzie nie do zdobycia



**Rysunek 1. Schemat blokowy układu do pomiaru pojemności**

w handlu. Poza tym, jeśli chcielibyśmy mierzyć zarówno indukcyjność, jak i pojemność, musielibyśmy mieć dwa elementy wzorcowe: kondensator dla pomiaru indukcyjności oraz cewkę dla pomiaru pojemności. Zdobycie dobrego kondensatora o tolerancji 1%, bardzo niskim współczynniku temperaturowym, oraz dobrej stabilności jest dużo łatwiejsze, dlatego sposób pomiaru zmodyfikowano, tak aby jedynym elementem wzorcowym był kondensator **Ccal**.

Schemat blokowy układu do pomiaru pojemności metodą opartą o pojedynczy kondensator wzorcowy przedstawiono na **rysunku 1**. Zasada pomiaru opiera się na pomiarze trzech częstotliwości. Podstawowy obwód rezonansowy stanowi układ złożony z pojemności L oraz indukcyjności C, który wyznacza bazową częstotliwość drgań generatora. Wartość indukcyjności L oraz C nie muszą być dokładne, ważne jest jedynie aby były stabilne w czasie. Kondensator wzorcowy Cx powinien być dobrej dokładności (około 1%) oraz mieć dobrą stabilność temperaturową.

Pomiar składa się z dwóch faz: **kalibracji** oraz właściwej **pomiaru**. Faza kalibracji sprowadza się do pomiaru częstotliwości drgań obwodu LC (otwarte łączniki Swx oraz Swcal), którą oznaczymy symbolem F1, oraz częstotliwości drgań generatora z równolegle dołączonym kondensatorem wzorcowym Ccal (zwarły łącznik Swcal), którą oznaczymy symbolem F2. W fazie pomiaru właściwego mierzymy częstotliwość drgań F3, gdzie łącznik Swcal jest otarty, a łącznik Swx jest zamknięty, co powoduje że do pojemności C zostaje dołączona równolegle pojemność mierzona Cx. Na podstawie zmierzonej częstotliwości F3, oraz częstotliwości F1 oraz F2 wyzna-

czonych w fazie kalibracji możemy wyznaczyć szukaną pojemność Cx, gdzie:

$$F1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$F2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot (C + Ccal)}}$$

$$F3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot (C + Cx)}}$$

Po wykonaniu odpowiednich przekształceń otrzymujemy wzór którą możemy wykorzystać bezpośrednio do wyznaczenia szukanej pojemności Cx.

$$Cx = \frac{\left(\frac{F1}{F3}\right)^2 - 1}{\left(\frac{F1}{F2}\right)^2 - 1}$$

Przy pomiarze indukcyjności zasada jest bardzo podobna, zmienia się jedynie konfiguracja układu, gdzie wartość indukcyjności mierzonej Lx włączana jest w szereg z indukcyjnością L (**rysunek 2**).

Pomiar jest bardzo podobny do poprzedniego, różnica polega jedynie na tym że cewka badana włączana jest szeregowo z cewką L. Podobnie jak poprzednio cykl pomiarowy składa się z fazy kalibracji oraz fazy pomiaru. W fazie kalibracji najpierw mierzona jest częstotliwość generatora F1 dla obwodu LC (zwarły łącznik Swx, roz-

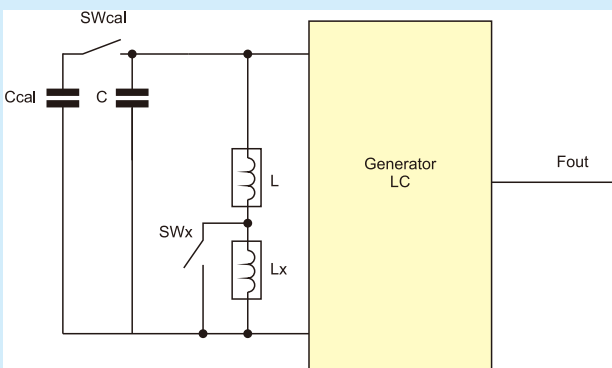
warty łącznik Swcal), a następnie częstotliwość generatora F2 dla obwodu L(C+Ccal). W fazie pomiarowej jest mierzona częstotliwość F3 dla obwodu (L + Lx)C (rozwarły łącznik Swx oraz Swcal), a następnie wyznaczana jest szukana indukcyjność Lx na podstawie częstotliwości F1, F2 oraz F3. Po przekształceniu otrzymujemy wzór na szukaną indukcyjność Lx.

$$Lx = \left[ \left( \frac{F1}{F3} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left[ \left( \frac{F1}{F2} \right)^2 - 1 \right] \cdot \frac{1}{Ccal} \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F1} \right)^2$$

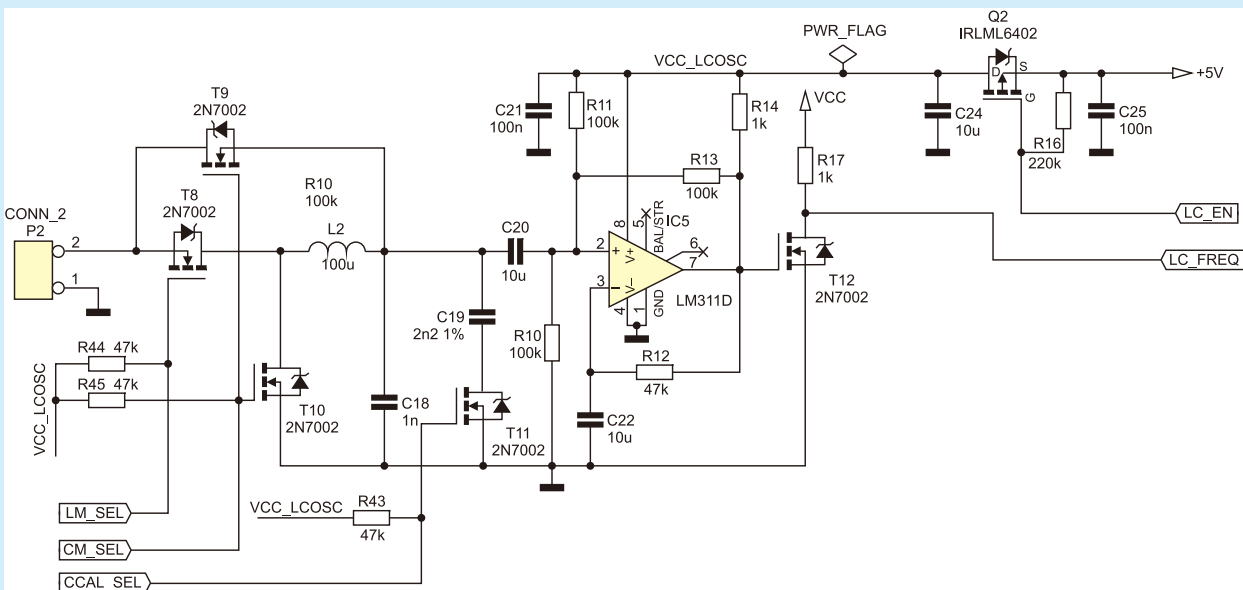
### Schemat

Schemat ideowy bloku interfejsowego do pomiaru indukcyjności oraz pojemności przedstawiono na **rysunku 3**. Układ generatora jest zasilany napięciem stabilizowanym 5 V pochodzącym z przetwornicy, natomiast mikrokontroler jest zasilany bezpośrednio z baterii. Zasilanie bloku jest zrealizowane za pośrednictwem klucza z tranzystorem Q2, dzięki czemu cały blok może być odłączony za pomocą sygnału LC\_EN celem oszczędności baterii. Układ od oryginału różni się zastosowaniem kluczy na tranzystorach MOSFET zamiast przełączników oraz dodatkowym buforem wyjściowym. Jest to książkowa aplikacja generatora LC zrealizowanego na wzmacniaczu operacyjnym z tą różnicą, że zamiast wzmacniacza operacyjnego zastosowano komparator. Dodatnie sprzężenie zwrotne jest realizowane przez rezystor R12. Dzięki zastosowaniu

komparatora, sygnał wyjściowy jest od razu sygnałem prostokątnym, który w zasadzie można bezpośrednio dołączyć do mikrokontrolera. Jak się jednak okazało obciążenie generatora, oraz zmieniające się napięcie baterii, z której jest zasilany mikrokontroler, wpływało na częstotliwość generatora, dlatego w układzie zastosowano dodatkowy bufor z tranzystorem T12 pełniący rolę separatora oraz przesuwnika napięcia. Tranzystory T8, T9, T10, T11 pełnią rolę kluczy umożliwiających odpowiednią konfigurację obwodów LC według konfiguracji, które zostały opisane w poprzednim podpunkcie. Tranzystor 2N7002, tak jak każdy tranzystor MOSFET, ma diodę pasywną, która może uniemożliwiać bezpo-



Rysunek 2. Schemat blokowy układu do pomiaru indukcyjności



Rysunek 3. Schemat blokowy układu do pomiaru pojemności oraz indukcyjności



mieć dobrej tolerancji, dlatego najlepiej będzie tutaj zastosować kondensator C0G. Najbardziej krytycznym elementem całego układu, od którego zależy dokładność urządzenia, jest kondensator kalibrujący C19 (oznaczony poprzednio jako Ccal). Kondensator ten powinien charakteryzować się dużą dokładnością (minimum 1%) oraz stabilnością. W praktyce, bez większych problemów będzie można dostać w sprzedaży kondensator 2n2 SMD0805 C0G 1%.

Stworzenie wyborem rodzaju pomiaru L czy C, oraz kalibracją odbywa się za pomocą trzech sygnałów LM\_SEL, CCAL\_SEL, oraz LM\_SEL, zgodnie z tabelą stanów logicznych (tabela 1).

Sposób dołączenia modułu pomiarowego do mikrokontrolera z układem STM32F100R6T6B przedstawiono na rysunku 4. Układ jest typową aplikacją mikrokontrolera rodziny STM32. Sygnały sterujące wyborem pracy układu LM\_SEL, CCAL\_SEL, CM\_SEL dołączono do linii portów GPIO, które zostały skonfigurowane w kierunku wyjścia. Sygnał sterujący załączeniem całego bloku LC\_EN dołączono do linii PB.10 mikrokontrolera. Do portu PB dołączono także wyświetlacz LCD HD44780 2 linie po 16 znaków, pracujący w trybie 4-bitowym. Sygnał wyjściowy układu pomiarowego LC\_FREQ dołączono do linii PA0 która stanowi wyprowadzenie wejścia zliczania impulsów zewnętrznego ETR, dla układu czasowo-licznikowego TIM2. Taka konfiguracja układu pozwoli nam na wykorzystanie oprogramowania do pomiaru częstotliwości zaprezentowanego w poprzedniej artykule.

## Oprogramowanie

Jak wspomniano, do prawidłowego działania układu konieczna jest wcześniejsza kalibracja, która zapewnia również kompensację pojemności oraz indukcyjności przewodów pomiarowych. Tak więc w pracy oprogramowania możemy wyróżnić dwa główne tryby: **kalibracji**, oraz **pomiaru**. Z uwagi na to, że konfiguracja połączeń w układzie jest inna dla pomiaru indukcyjności, oraz inna dla pomiaru pojemności, konieczne jest wykonanie oddzielnych kalibracji dla obu trybów niezależnie.

Praktyczne próby wykazały że zaraz po włączeniu zasilania bloku za pomocą sygnału LC\_EN, generator „nagrzewa się”, a częstotliwość generatora ma tendencję do dryfowania, by ustabilizować się na stałym poziomie po około 1 minucie. Podobna sytuacja ma miejsce przy zmianie konfiguracji w obwodach LC, za pomocą sygnałów sterujących, z tym, że częstotliwość generatora w takim wypadku stabilizuje się po kilkunastu sekundach. Najbardziej optymalną metodą kalibracji, okazała się kalibracja na żądanie za pomocą przycisku, oraz zapisywanie danych konfiguracyjnych w pamięci nieulotnej RAM zegara RTC, tak aby były one pamiętane po wyłączeniu zasilania. Praktyczne próby wykazały, że gdy korzystamy z tych samych prze-

wodów pomiarowych, w podobnej temperaturze, nie ma potrzeby ciągłej kalibracji układu. Poza tym gdyby zaszła taka potrzeba zawsze można ponownie wcisnąć przycisk kalibracji. Kalibracja układu powinna się odbywać z dołączonymi przewodami pomiarowymi. W przypadku kalibracji zakresu pojemności zaciski wejściowe powinny być rozwarne, natomiast w przypadku kalibracji indukcyjności zaciski pomiarowe układu powinny być zwarte. Algorytm kalibracji w ogólnym przypadku przedstawiono na rysunku 5.

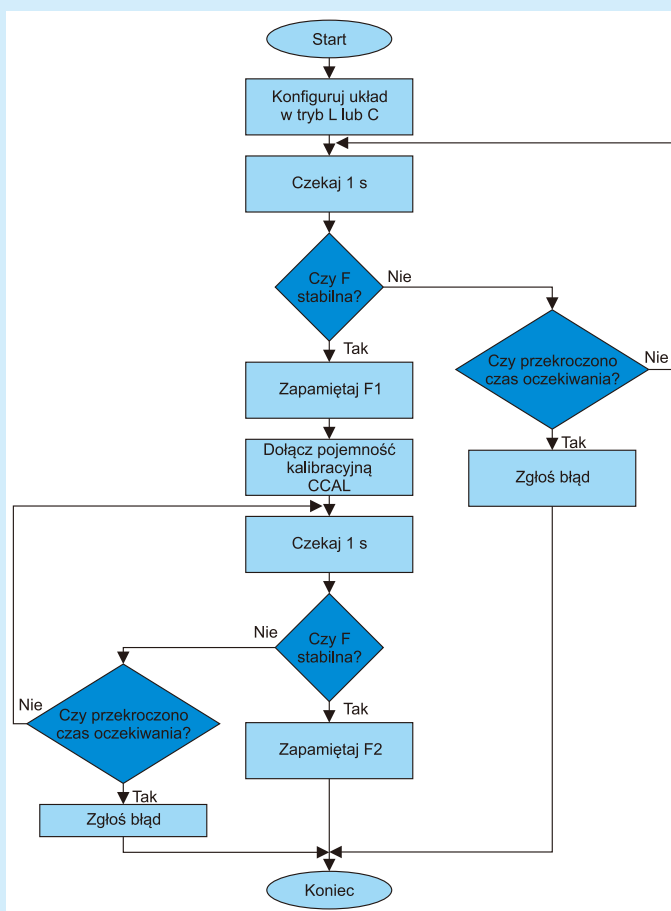
Algorytm rozpoczyna działanie od odpowiedniego ustawienia zakresu pomiarowego na L lub C, oraz przejścia do cyklicznego pomiaru częstotliwości generatora z dołączonym obwodem podstawowym L2-C18. Pomiar częstotliwości wykonywany jest do momentu ustabilizowania częstotliwości, lub upłynięcia czasu oczekiwania. Jeżeli w czasie około 1 minuty nie udało się uzyskać stabilnej częstotliwości generatora, znaczy

Listing 2. Klasa interfejsowa i\_measure

```
enum result
{
    RESULT_OK, /* Status is ok */
    RESULT_INVALID, /* Result invalid for example open terminals
in L mode */
    RESULT_NO_NEWDATA, /* New measure NA */
    RESULT_NO_CALIBRATION, /* Device not calibrated */
    RESULT_INVALID_CALIBRATION, /* Invalid calibration for example
open nodes */
    RESULT_CALIBRATE_0PERCENT, /* Calibration pos 0 100% */
    RESULT_CALIBRATE_100PERCENT = RESULT_CALIBRATE_0PERCENT + 100
};
```

Listing 3. Fragment operatora implementującego pracę w trybie pomiarowym

```
const unsigned long curr_f = m_freq_meter();
if( curr_f == dev::tim_freq_measure::NO_NEW_DATA )
{
    return RESULT_NO_NEWDATA;
}
...
else if( m_mode == mode_L ) //Mode L
{
    update_idle_state( curr_f );
    if( m_f1_L == 0 || m_f2_L == 0 )
    {
        m_state = s_switch_C;
        m_prev_freq = curr_f;
        return RESULT_NO_CALIBRATION;
    }
    else if( curr_f < C_invalid_freq_value )
    {
        m_prev_freq = curr_f;
        return RESULT_INVALID;
    }
    const real_t F1_F3 = static_cast<real_t>(m_f1_L)/static_
cast<real_t>(curr_f);
    const real_t F1_F2 = static_cast<real_t>(m_f1_L)/static_
cast<real_t>(m_f2_L);
    const real_t PI = std::atan(1.0)*4;
    const real_t C_Cal_1 = 1.0/ get_Cref_value();
    const real_t PI_F1 = 1.0/( 2.0 * PI * static_cast<real_t>(m_f1_L)
);
    const real_t Lx = ( F1_F3*F1_F3 - 1 ) * ( F1_F2*F1_F2 - 1 ) * C_Cal_1
* ( PI_F1*PI_F1 );
    mvalue = Lx;
}
else if( m_mode == mode_C ) //Mode C
{
    update_idle_state( curr_f );
    if( m_f1_C == 0 || m_f2_C == 0 )
    {
        m_state = s_switch_C;
        m_prev_freq = curr_f;
        return RESULT_NO_CALIBRATION;
    }
    else if( curr_f < C_invalid_freq_value )
    {
        m_prev_freq = curr_f;
        return RESULT_INVALID;
    }
    const real_t F1_F3 = static_cast<real_t>(m_f1_C)/static_
cast<real_t>(curr_f);
    const real_t F1_F2 = static_cast<real_t>(m_f1_C)/static_
cast<real_t>(m_f2_C);
    const real_t C_Cal = get_Cref_value();
    const real_t Cx = (F1_F3*F1_F3 - 1)/(F1_F2*F1_F2 - 1) * C_Cal;
    mvalue = Cx;
}
```



Rysunek 5. Algorytm kalibracji w ogólnym przypadku

to, że w urządzeniu występują problemy sprzętowe, np. zastosowano elementy o kiepskiej jakości (cewka L2, lub kondensatory C19, lub C18). W takim przypadku algorytm zgłasza błąd oraz kończy działanie. Jeżeli częstotliwość generatora udało się ustabilizować, zmierzona częstotliwość F1 jest zapamiętywana w podrzysywanej bateryjnie pamięci RAM zegara RTC, a następnie dołączana jest dodatkowa pojemność kalibrująca Ccal (C19). Następnie algorytm przechodzi do ponownego pomiaru częstotliwości i oczekiwania na ustabilizowanie się generatora. Po ustabilizowaniu częstotliwości generatora jest ona zapisywana jako F2, i proces kalibracji ulega zakończeniu. Po zakończeniu kalibracji możemy przejść do , normalnego trybu pracy – pomiaru, w tym celu wystarczy cyklicznie mierzyć bieżącą częstotliwość generatora F3, a następnie wykorzystując wzory, wyznaczać na bieżąco badaną pojemność lub indukcyjność.

Oprogramowanie napisano w języku C++ z użyciem kompilatora GCC i bazuje na opisanej w poprzednim odcinku metodzie pomiaru częstotliwości z wykorzystaniem zaawansowanych trybów układów czasowo-licznikowych mikrokontrolerów STM32. Główną klasą odpowiedzialną za obsługę układu jest `lc_measure`, której interfejs programowy przedstawiono na **listingu 1**.

Konstruktor klasy nie ma dodatkowych parametrów. Metoda `enable()` służy do załączania zasilania bloku pomiarowego. Wybór trybu pracy bloku realizowany jest przez metodę `set_mode()`, która pozwala na wybór trybu pomiarowego `mode_L` lub `mode_C` oraz uruchomienie kalibracji – tryby: `mode_calibrate_L` oraz `mode_`

`calibrate_C`. Najważniejszą częścią klasy jest operator `virtual int operator()(real_t &mvalue)`, który powinien być cyklicznie wywoływany w pętli głównej programu. Operator jako parametr, przyjmuje argument, do którego przekazany będzie wynik pomiaru, oraz zwraca aktualny status w jakim znajduje się klasa pomiarowa. Odpowiednie statusy, zdefiniowane są w klasie interfejsowej `i_measure`.

Status `RESULT_OK`, zwrócony przez operator oznacza, że do parametru `m_value`, został przekazany prawidłowy wynik pomiaru. Status `RESULT_OK`, oznacza, że wystąpił błąd pomiaru, np. rozwarte zaciski wejściowe na zakresie pomiaru indukcyjności. Status `RESULT_NO_NEWDATA`, oznacza, że podczas wywołania operatora, nie było do odczytania żadnego nowego pomiaru. Status `RESULT_NO_CALIBRATION`, oznacza błędną próbę wejścia w tryb pomiaru, przed wykonaniem kalibracji. Dane z zakresu `RESULT_CALIBRATE_0PERCENT – RESULT_CALIBRATE_100PERCENT`, są zwracane podczas procesu kalibracji i pozwalają określić aktualny postęp kalibracji, który jest zadaniem stosunkowo czasochłonnym. Fragment operatora() implementującego pracę w trybie pomiarowym przedstawiono na **listingu 3**.

Na początku, wywołany jest operator() klasy `tim_freq_measure`, którego zadaniem jest odczytanie częstotliwości zmierzonej za pośrednictwem układu czasowo – licznikowego T2. Jeśli nie ma nowego pomiaru, jest zwracana wartość informująca, że nie ma nic nowego do przekazania. Następnie, jeżeli obiekt klasy znajduje się w stanie pomiaru indukcyjności (`mode_L`), sprawdzamy czy dostępne są częstotliwości zmierzone podczas kalibracji (`m_f1_L` oraz `m_f2_L`). Jeśli nie była wykonana kalibracja, zmienne mają wartość 0, a wówczas zgłaszany jest błąd informujący o braku kalibracji. Kolejną czynnością jest sprawdzenie czy aktualna częstotliwość generatora jest większa od minimalnej, dopuszczalnej częstotliwości (10 kHz). Mniejsza wartość może np. oznaczać rozwarcie przewodów pomiarowych. Następnie, jeśli wszystko jest w porządku, na podstawie wzoru jest wyznaczana wartość zmierzonej indukcyjności, która następnie przekazywana jest za pośrednictwem `m_value`. Jeśli obiekt klasy znajduje się w stanie pomiaru pojemności (`mode_C`), wówczas – podobnie jak poprzednio sprawdzamy czy istnieją częstotliwości ustalone w procesie kalibracji (`m_f1_C` i `m_f2_C`) oraz czy częstotliwość generatora jest powyżej minimalnej. Jeśli wszystko jest w porządku, wówczas na podstawie zmierzonej częstotliwości (`curr_f`), częstotliwości zmierzonych podczas kalibracji oraz wzoru jest wyznaczana wartość pojemności.

Kompletne kody klasy, służącej do pomiaru pojemności oraz indukcyjności można pobrać ze strony: [http://boff.pl/elektronika\\_praktyczna/lc-measure/ep-indukcyjnosc-pojemnosc.tar.gz](http://boff.pl/elektronika_praktyczna/lc-measure/ep-indukcyjnosc-pojemnosc.tar.gz)

Lucjan Bryndza, EP



## AVT1682 Sterownik bipolarnego silnika krokowego

Układ został zaprojektowany z myślą zastosowania go w urządzeniach CNC, dlatego też sygnał zegarowy, sygnał kierunku obrotów oraz włączenie układu musi pochodzić z zewnętrznych urządzeń sterujących.



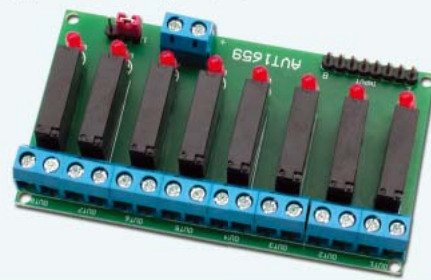
## AVT1510 Optyczna bariera laserowa

Barierę optyczną łatwo jest zastąpić pasywnym czujnikiem ruchu, lecz są takie obszary zastosowań, w których stosunkowo niewielki zasięg czujników jest dużym problemem. Proponowane rozwiązanie bariery zapewnia zasięg rzędu kilkudziesięciu metrów. Układ jest łatwy w montażu i prosty w uruchomieniu. Jako nadajnik wykorzystany jest gotowy moduł lasera, w odbiorniku elementem światłoczułym jest fotorezystor.



## AVT1659 8-kanałowy moduł przekaźnikowy

Nieskomplikowany, wielokanałowy układ wykonawczy dedykowany głównie do AVT390 (8-kanałowy przełącznik RISC) i AVT924 (Programowany sterownik świateł). W module, jako elementy wykonawcze zastosowano przekaźniki. Konstrukcja umożliwia sterowanie dowolnym urządzeniem sygnałami o dowolnej polaryzacji.



## AVT1670 Konwerter USB/RS232 z separacją galwaniczną

Konwerter umożliwia dołączenie urządzenia z interfejsem RS232 do komputera PC. Jego ważną cechą jest pełna separacja galwaniczna. Umożliwia to zastosowanie układu w obwodach automatyki przemysłowej.



## AVT1680 Wzmacniacz audio o mocy 150W z układami TDA7294

Wzmacniacz niskowycięgi umożliwiający uzyskanie sygnału wyjściowego o mocy ciągłej 150 W przy obciążeniu głośnikami o impedancji 8Ω. Układ TDA7294 jest wyposażony w obwody zabezpieczenia termicznego i przeciwzwarciowego, a jego stopień wyjściowy wykonano z użyciem tranzystorów MOSFET.



## AVT5351 AVTduino RS - Moduł interfejsów szeregowych

Moduł rozszerzający funkcjonalność płytek ewaluacyjnych zgodnych z Arduino o możliwość transmisji danych za pomocą interfejsów szeregowych RS232 i RS485. Te rodzaje interfejsów są nadal stosowane w przemyśle, urządzeniach pomiarowych i automatyce domowej.



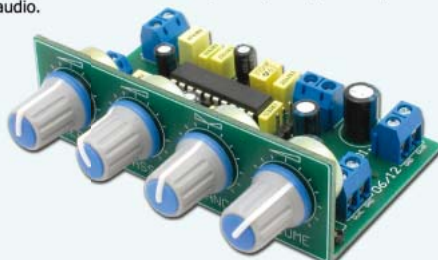
## AVT2999 Minikombajn Pomiarowy

Minikombajn Pomiarowy to nie tylko oscyloskop i generator, dodatkowo do dyspozycji otrzymujemy m.in. analizator widma, multimetr i analizator stanów logicznych.



## AVT1670 Stereofoniczny regulator barwy dźwięku

Regulator barwy jest układem umożliwiającym dopasowanie dźwięku do własnych upodobań, własności wzmacniacza, zestawu głośnikowego lub cech akustycznych pomieszczenia odsłuchowego. Prezentowany układ jest łatwy w wykonaniu a przy tym dość wszechstronny. Opracowano go w oparciu o układ scalony LM1036, który zawiera elektrycznie sterowane torty wzmacnienia. Gwarantuje to wysokie parametry toru audio.



## AVT1679 Moduł wykonawczy z triakami

Moduł wykonawczy jest układem, który można zastosować do sterowania urządzeniami zasilanymi z sieci energetycznej. Jego niewątpliwą zaletą jest możliwość łączenia stosunkowo dużych mocy oraz pełna separacja galwaniczna między obwodami sterującymi a wykonawczymi.



## AVT5323 Piecyk gitarowy z zasilaniem akumulatorowym

Zestaw doskonale sprawdzi się w użyciu przez mobilnych gitarzystów. Będzie niewątpliwą pomocą dla wszystkich grających 'w terenie'. Piecyk zawiera tor wzmacniający z dwukanałowym wejściem – czystym i przesterowanym. Uzupełnieniem jest regulator barwy dźwięku. Całość zasilany wbudowany akumulator Li-Ion. Użytkowanie urządzenia ułatwia też wbudowana ładowarka sieciowa



## AVT5340 Konwerter ETHERNET/UART

Konwerter Ethernet/UART, który może pełnić rolę modułu zmieniającego standard transmisji, wyposażony został również w kilka linii I/O, co pozwala konwerterowi na sterowanie dołączonymi układami lub kontrolę ich stanu.



## AVT5353 Moduł przekaźników z interfejsem USB

Moduł umożliwia sterowanie ośmioma przekaźnikami poprzez interfejs USB. Układ ma izolację galwaniczną pomiędzy komputerem PC, a układem wykonawczym w postaci przekaźników. Mocną stroną projektu jest jego oprogramowanie, dzięki któremu moduł może przydać się do automatyzacji różnych zadań za pomocą komputera PC

