

# PLM ST7538P

## transceiver do systemów zdalnego sterowania przez sieć energetyczną

### Linia energetyczna

Większości ludzi transmitowanie czegokolwiek poprzez sieć energetyczną wydaje się niemożliwe. Jednakże przy zachowaniu podstawowych zasad bezpieczeństwa oraz przy świadomości występujących tam zagrożeń oraz zakłóceń jest to możliwe. O ile świadomość dotycząca zagrożeń jest dość dobra, o tyle znajomość zakłóceń i ich charakteru nie zawsze jest powszechna. Warto zatem poznać podstawowe informacje o rodzajach i charakterze zakłóceń występujących w sieciach energetycznych w przypadku podłączania doń urządzeń powszechnego użytku występujących w każdym gospodarstwie domowym.

Najczęściej występujące „generatory” zakłóceń to triaki. Są one używane w ściemniaczach oświetleniowych, do sterowania silników uniwersalnych oraz

*Rosnące tempo życia przy jednoczesnym postępie technicznym powoduje, że coraz więcej operacji wykonywanych jest za nas automatycznie. Ostatnio coraz bardziej popularne stają się rozwiązania tzw. „inteligentnego budynku”. Firma STMicroelectronics ma w swojej ofercie liczne układy pozwalające tchnąć nieco nowoczesności w nasze ściany. Głównym elementem jest ST7538P będący nadajnikiem/odbiornikiem danych do zastosowania w domowych sieciach energetycznych.*

przełączania zasilania do małych, przenośnych urządzeń i lamp fluorescencyjnych. Generują one zakłócenia synchroniczne z napięciem sieciowym. Zakłócenia te pojawiają się w postaci harmonicznych 50 Hz. Silniki uniwersalne występujące w sprzęcie AGD (np. w mikserach, odkurzaczach) generują zakłócenia nie tak silne jak w przypadku ściemniaczy i asynchroniczne do napięcia sieciowego. Z drugiej jednak strony te dru-

gie włączane są znacznie rzadziej i zazwyczaj na krótszy czas. Dwa dodatkowe źródła zakłóceń to kompaktowe lampy fluorescencyjne (tzw. świetlówki energooszczędne) oraz zasilacze impulsowe (np. komputerów PC) wraz ze wszelkiego rodzaju ładowarkami baterii (np. do notebooków, modułów UPS). W wielu przypadkach mają one częstotliwość pracy czy niektóre harmoniczne w zakresie pasma linii zasilającej używanego do trans-





**Przełączniki elektromagnetyczne**  
w ponad 6000 wersjach wykonania, sklasyfikowanych w 9 grupach:

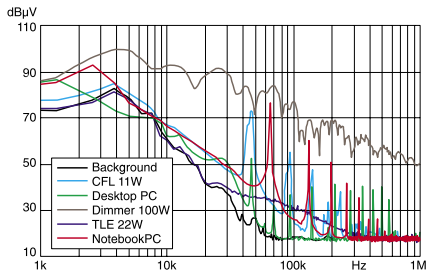
- ogólnego zastosowania
- motoryzacyjne
- telekomunikacyjne
- do montażu PCB
- mocy
- zatraskowe
- timery
- do sterowania napędami
- półprzewodnikowe



01-013 Warszawa, ul. Kacza 6 lok. A  
tel. (022) 862-75-00, fax (022) 862-75-01  
e-mail: info@gamma.pl  
e-mail: jarek@gamma.pl

**www.gamma.pl**





Rys. 1. Widma zakłóceń występujących w domowej sieci energetycznej obciążonej standardowymi urządzeniami występującymi w gospodarstwie domowym

misji (10 kHz do 150 kHz). Na rys. 1 przedstawiono widma zakłóceń generowanych przez omówione powyżej urządzenia (pomiaru zostały wykonane dla sieci 230 V/50 Hz).

### Układ ST7538P

Firma STMicroelectronics posiada w swojej liście produktów układ pozwalający nadawać i odbierać informacje poprzez sieć energetyczną. Układ ten oznaczono symbolem ST7538P. Podstawowe jego cechy to:

- pojedyncze napięcie zasilania 7,5... 12,5 V;
- pobór prądu na poziomie 5 mA w trybie odbioru;
- zintegrowany interfejs do sieci energetycznej (PLI);
- przezroczystość dla protokołów;
- 8 programowanych częstotliwości transmisji;
- szybkość transmisji od 600 do 4800 b/s;
- czułość odbioru na poziomie 1 mV<sub>RMS</sub>;
- sprzętowe mechanizmy detekcji ramki wiadomości;
- 24-bitowy rejestr konfiguracyjny do sterowania pracą układu;
- detekcja zera sieci i możliwość wy-

korzystania go do synchronizacji transmisji;

- sprzętowy watchdog;
- transmisja typu half-duplex;
- przystosowanie do pracy z zewnętrznym kontrolerem sterującym (napięcie zasilania 5 V/100 mA z zabezpieczeniem przeciwzwarciowym, sygnał zegarowy, sygnał zerowania);
- obudowa TQFP44.

### Budowa układu

Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy układu ST7538 z zaznaczeniem najważniejszych bloków funkcjonalnych.

Układ ma możliwość detekcji „zera” sieci (za pośrednictwem końcówki ZCIN). Po doprowadzeniu sygnału do wejścia wewnętrznego komparatora jest on porównywany z poziomem masy i w przypadku wykrycia zera sieci, na wyjściu komparatora i na wyprowadzeniu ZCOUT wystawiany jest stan wysoki w przypadku przejścia sygnału z ujemnej połówki na dodatnią i niski w przypadku przejścia z połówki dodatniej na ujemną.

Układ ST7538P wyposażono w:

- ochronę termiczną pozwalającą na wyłączenie modułu interfejsu sieciowego (PLI) gdy temperatura złącza przekroczy 170°C (±10%). Dodatkowo w celu uniknięcia cyklicznego włączania/wyłączania modułu zastosowano tu histerezę o wartości około 30°C;
- blok wyłączający całość układu w przypadku, gdy napięcie zasilania 5 V obniży się poniżej 4 V. Podobnie jak w przypadku ochrony termicznej zastosowano tu mechanizm histerezy (wynosi ona 250 mV).

### Stabilizator napięcia 5 V

W układzie wbudowany jest regulator napięcia 5 V, który może być wykorzystany do zasilania zewnętrznego kontrolera. Regulator ten ma bardzo niski prąd polaryzacji (ang. quiescent current) o wartości

50 µA oraz wydajność prądową na poziomie 100 mA. Dodatkowo jest on wyposażony w obwód przeciwzwarciowy. Dodatkowo na linii PG wystawiany jest stan wysoki, gdy napięcie wyjściowe regulatora ma poprawny poziom.

Wyjście RSTO może stanowić źródło sygnału zerowania dla pozostałych elementów aplikacji (np. dla mikrokontrolera towarzyszącego układowi). Podczas uruchamiania układu (np. po włączeniu zasilania) na linii tej utrzymywany jest stan niski, po czym wystawiany jest stan wysoki (nieaktywny). Dodatkowo wewnątrz układu wbudowany jest blok watchdog, który także może wymusić stan niski (aktywny) na linii RSTO w przypadku przepełnienia wewnętrznego licznika. Zerowanie licznika układu watchdog realizowane jest opadającym zboczem na linii WD (np. podawanym przez zewnętrzny mikrokontroler).

Układ wyposażono w sprzętowy mechanizm przerywania zbyt długich transmisji danych. W przypadku gdy funkcja ta jest uruchomiona, po 1 lub 3 sekundach (jest to ustalane w wewnętrznym rejestrze konfiguracyjnym) ciągłej transmisji, moduł nadajnika jest wyłączany i włączany jest odbiornik.

### Rejestr konfiguracyjny

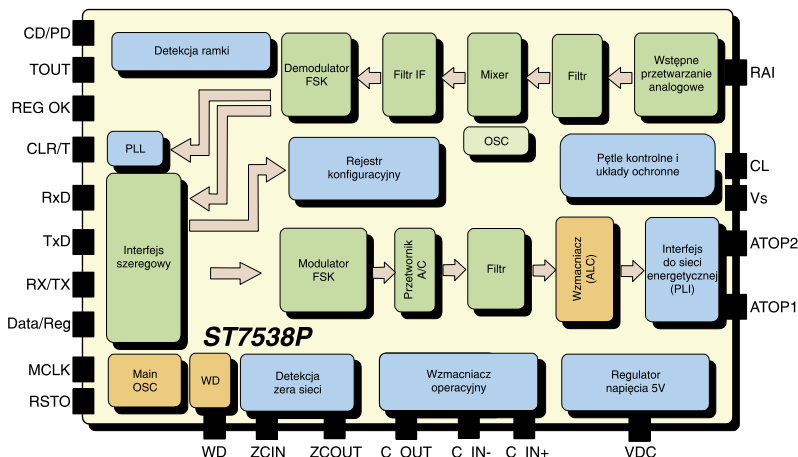
Jest to 24-bitowy rejestr pozwalający na ustalanie parametrów pracy układu, takich jak: częstotliwość pracy, szybkość transmisji, włączenie/wyłączenie układu Watchdog, przekroczenie czasu transmisji, synchronizację do zera sieci, zegar zewnętrzny, długość pakietów danych, itp.

### Zintegrowany interfejs do sieci energetycznej (PLI)

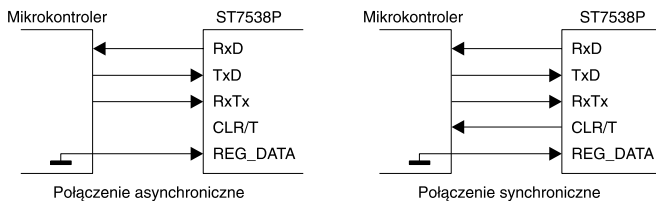
Interfejs ten jest zrealizowany w postaci mostkowego wzmacniacza klasy AB CMOS z dwoma wyjściami (ATOP1 i ATOP2) na których wystawiany jest sygnał w przeciwfazie. Układ PLI wymaga do poprawnej pracy ustabilizowanego i dobrze przefiltrowanego z zakłóceń napięcia zasilania.

### Automatyczna kontrola poziomu (ALC)

Rolą tego bloku jest zapewnienie stałego określonego poziomu sygnału wyjściowego wysyłanego do sieci energetycznej. Blok ten to wzmacniacz ze zmiennym współczynnikiem wzmocnienia (32 nieliniowe stopnie wzmocnienia) kontrolowane za pomocą dwóch linii sprzężenia zwrotnego. Dynamika ALC wynosi 30 dB. Taktowanie zegarem 5 kHz. Każdy krok zmienia napięcie o 1 dB. Układ ALC kontrolowany jest na podstawie sygnału wyjściowego przez dwie pętle:



Rys. 2. Budowa układu ST7538P z zaznaczeniem najważniejszych bloków funkcjonalnych



Rys. 3. Dwa sposoby połączenia układu ST7538P z zewnętrznym kontrolerem

- napięciową pętlę sterującą;
- prądową pętlę sterującą.

### Detektor ramki

Blok ten jest cyfrowym obwodem detekcji częstotliwości nośnej oraz preambuły wiadomości. Może być on użyty do wykrycia przychodzącego sygnału w sieci energetycznej. Możliwe są tu dwa ustawienia:

### Detekcja częstotliwości nośnej

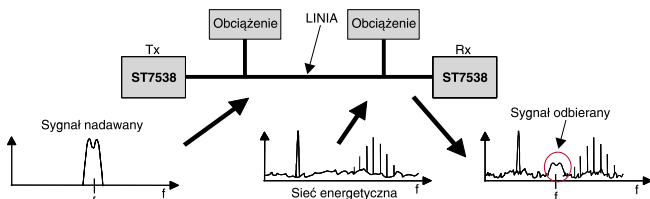
Blok detekcji sygnalizuje obecność częstotliwości nośnej (ozn.  $f_c$ ) w sygnale na końcówce RAI po wykryciu sygnału o częstotliwości zbliżonej do zaprogramowanej częstotliwości nośnej. Czu-

### System odzyskiwania synchronizacji (PLL)

Jak już wyżej wspomniano układ ST7538P posiada możliwość resynchronizacji transmisji z zewnętrznym kontrolerem. Jest to zrealizowane przy użyciu bloku PLL drugiego stopnia. Zakres synchronizacji wynosi  $\pm\pi/2$ .

### Aplikacja

Do poprawnej pracy układ ST7538P wymaga układu zewnętrznego zarządzającego transmisją i konfigurującego układ nadawczo – odbiorczy. Do tego celu najlepiej jest wykorzystać dowolny mikrokontroler wyposażony w interfejs szeregowy. Transmisja danych realizowana jest liniami:



Rys. 4. Zasada działania układu ST7538P

łość toru (linia) sygnału losc na linii CD\_PD jest identyczna jak wrażliwość na odbierane dane (typowo 1 mV<sub>RMS</sub>). Po wykryciu częstotliwości nośnej na linii CD\_PD wystawiany jest stan niski.

### Detekcja preambuły

Blok detekcji sygnalizuje obecność zmodulowanej częstotliwości nośnej dla co najmniej 4 następujących znaków („1010” lub „0101”). Do zwiększenia efektywności detekcji informacji, na sygnale wejściowym realizowana jest filtracja cyfrowa. Długość czasu preambuły, jaka ma być wyszukiwana w sygnale wejściowym ustalana jest w rejestrze konfiguracyjnym.

- REG\_DATA i RxTx – sterowanie (konfiguracja układu);
- Rx/D, Tx/D, CLR/T – wymiana danych.

Możliwe są cztery tryby pracy: odbiór danych, nadawanie danych, odczyt rejestru konfiguracyjnego, zapis do rejestru konfiguracyjnego.

Układ ST7538 obsługuje dwa rodzaje interfejsu szeregowego:

- Asynchroniczny – podłączenie do kontrolera za pomocą 3 linii (Rx/D, Tx/D, RxTx). Dane wymieniane są bez sygnału zegarowego oraz bez żadnych dodatkowych bitów synchronizacji. Kontroler zewnętrzny ma za zadanie kontrolować czas trwania poszczegól-

## ZAJRZYJ NA TE STRONY

**AMART**  
LOGIC

- RFID (identyfikatory, czytniki)
- Kontrola Dostępu
- Rejestracja Czasu Pracy
- Sieci Zegarów
- DCF77
- GPS

Tel./Fax: (22) 612 69 14  
www.amart.com.pl

mierniki technika lutownicza – narzędzia [www.biall.com.pl](http://www.biall.com.pl)

**CONRAD**  
ELEKTRONIKA TECHNIKA INNOWACJE  
[www.conrad.pl](http://www.conrad.pl)

**cyfronika** [www.cyfronika.com.pl](http://www.cyfronika.com.pl)  
elektronika dla wszystkich  
sklep internetowy  
wszystko dla elektroniki  
[www.cyfronika.com.pl](http://www.cyfronika.com.pl)

[www.dexon.pl](http://www.dexon.pl)  
TECHNIKA NAGŁOŚNIENIOWA

UJARZMIĆ ENERGIE  
**FERYSTER**  
producent elementów indukcyjnych

**GAMMA**  
[www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)  
info@gamma.pl  
PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

**LARO** [www.laro.com.pl](http://www.laro.com.pl)  
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

**LC** nadajemy kształt elektronicznie [www.lcel.com.pl](http://www.lcel.com.pl)  
ELEKTRONIK  
• klawiatury • obudowy • materiały • wsparcie technologiczne  
• płyty czołowe • akcesoria • pomocnicze

WIĘCEJ NIŻ PROFESJONALNA DYSTRYBUCJA  
**MARTEL** [www.marthe.pl](http://www.marthe.pl)  
UKŁADY SCALONE WINBOND, WARYSTORY  
TERMISTORY, KOMPUTERY PRZEMYSŁOWE

OBUDOWY DLA TWOJEJ ELEKTRONIKI  
**MASZCZYK**  
ZAKŁAD TWORZYW SZTUCZNYCH  
[www.maszczyk.pl](http://www.maszczyk.pl)

gólnych bitów transmisji.

- Synchroniczny – podłączenie za pomocą 4 linii interfejsu (RxD, TxD, CLR/T, RxTx). Jest on zawsze urządzeniem nadrzędnym (Master) w komunikacji i zapewnia sygnał zegarowy synchronizujący transmisję (linia CLR/T). Kiedy układ jest w trybie odbioru wewnętrzny układ PLL otwacza zegar. Dane na linii RxD są ważne przy narastającym zboczach na linii CLR/T. W trybie nadawania, sygnał synchronizujący transmisję jest generowany wewnętrznie i dane z linii TxD są odczytywane przy narastającym zboczach sygnału na linii CLR/T.

Na rys. 3 przedstawiono obydwa sposoby podłączenia układu.

Dodatkowo w trybie odbioru danych z linii, transmisja danych z ST7538P do mikrokontrolera może być dokonywana z wyższą prędkością niż z sieci. Funkcja ta może poprawić efektywność procesu wymiany danych dlatego że kontroler jest zaangażowany w odbiór danych przez krótszy okres czasu. Do uzyskania tej funkcji udostępniony jest wewnętrzny dodatkowy bufor przechowujący przychodzące bity. Zawartość bufora przekazywana jest do kontrolera po każdorazowym jego wypełnieniu. Długość pakietu jest programowalna w rejestrze konfiguracyjnym i może wynosić 16, 14, 9 lub 8 bitów.

**Kodowanie informacji**

Głównym zadaniem układu jest obustronna konwersja sygnału cyfrowego (dostępnego od strony mikrokontrolera sterującego) na sygnał analogowy transmitowany siecią energetyczną. Do konwersji wykorzystywany jest mechanizm modulacji FSK. Jedynce logicznej przyporządkowany zostaje sygnał sinusoidalny o częstotliwości  $f_h$ , natomiast zera logicznemu sygnał sinusoidalny o częstotliwości  $f_l$ . W przypadku braku transmisji danych przesyłany jest sygnał o częstotliwości nośnej  $f_c$ . Układ ST7538P ma możliwość pracy na jednej z ośmiu częstotliwości nośnych (60; 66; 72; 76; 82,05; 86; 110; 132,5 kHz) oraz jedną z dwóch wartości dewiacji częstotliwości określającej różnicę pomiędzy częstotliwością odpowiadającą 1 i 0 logicznemu. Tylko jedna częstotliwość nośna może być używana w danym czasie. Jest ona ustalana w rejestrze konfiguracyjnym. Po jej ustaleniu wszystkie wewnętrzne filtry odbiorcze i nadawcze są automatycznie konfigurowane. Układ transmituje dane w sieci energetycznej z jedną z 4 prędkości: 600, 1200, 2400, 4800 bodów. Zależności pomiędzy poszczególnymi wielkościami przedstawiono poniżej:

$$f_h = \frac{f_s + f_l}{2}$$

$$f_h - f_l = BAUD \cdot dev$$

$$dev = (1,0,5)$$

$$BAUD \in \{600, 1200, 2400, 4800\}$$

$$f_c \in \{60, 66, 72, 76, 82, 05, 86, 110, 132, 5\} kHz$$

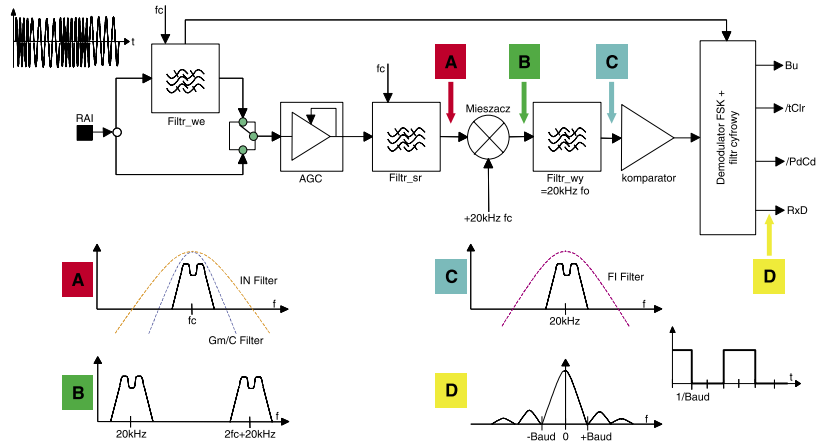
Po dodaniu sygnału do przesyłanego siecią napięcia widmo sygnału w sieci energetycznej wzbogacone zostaje o wspomniane częstotliwości (rys. 4).

Konfiguracja układu ST7538P realizowana jest za pomocą odpowiednich wpisów do rejestru konfiguracyjnego. Komunikacja z rejestrem konfiguracyjnym układu ST7538P jest synchroniczna i realizowana za pośrednictwem linii RxD, TxD, CLR/T oraz REG\_DATA.

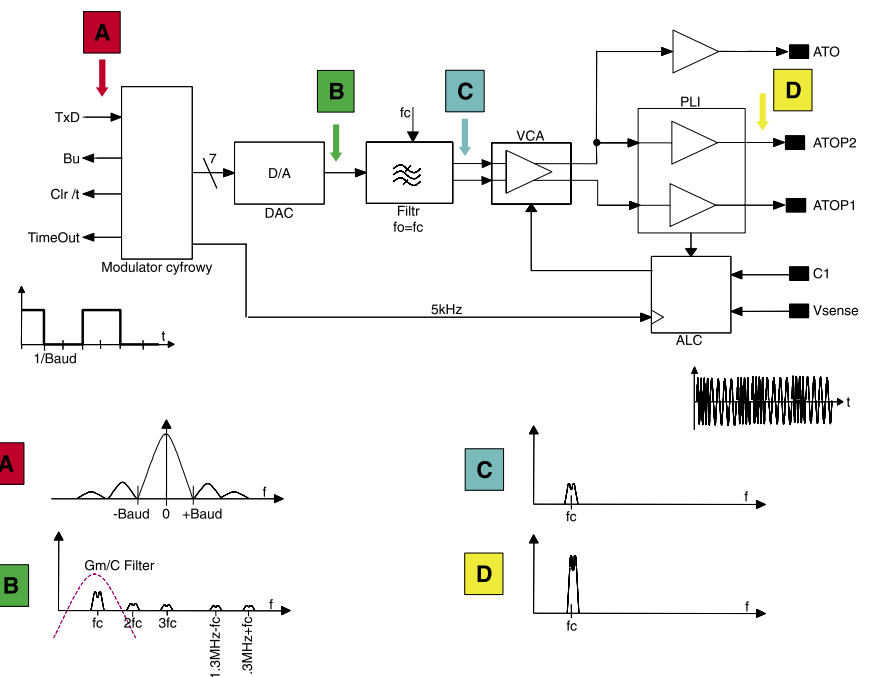
**Odbiór danych**

Sekcja odbiorcza jest aktywna, kiedy na linii RxTx wystawiony jest stan wysoki, a na linii REG\_DATA stan ni-

ski. Sygnał wejściowy odczytywany jest z linii RAI (jako masa odniesienia brana jest linia SGND). Na początku sygnał ten jest filtrowany przez filtr pasmowy (Filtr\_we). Filtr ten może być wyłączony, poprzez ustawienie jednego z bitów w rejestrze konfiguracyjnym. Odebrany sygnał cechuje się dużą dynamiką i bardzo niskim współczynnikiem sygnał/szum. Amplituda sygnału jest automatycznie modyfikowana przez blok automatycznej regulacji wzmacnienia (AGC) i następnie filtrowana przez wąskopasmowy filtr pasmowy (Filtr\_sr) wokół wybranej częstotliwości ( $\pm 6$  kHz). Następnie sygnał jest podawany na wejście mieszacza wraz z przebiegiem sinusoidalnym (z modulatora FSK) i następnie filtrowany przez wąskopasmowy filtr pasmowy (Filtr\_wy) wokół wybranej częstotliwości ( $\pm 6$  kHz). Następnie sygnał jest podawany na wejście filtru pasmowego (Filtr\_wy) poprawiającego współczynnik



Rys. 5. ST7538P – ścieżka odbiorcza



Rys. 6. ST7538P – ścieżka nadawcza

# ZAJRZYJ NA TE STRONY

**ELEKTRYCZNA I ELEKTRONICZNA APARATURA POMIAROWA**  
MIERNIKI PARAMETRÓW INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH, TESTERY MASZYN I URZĄDZEŃ, ANALIZATORY JAKOŚCI ENERGII

**ELEMENTY I SYSTEMY AUTOMATYKI**  
REGULATORY I CZUJNIKI TEMPERATURY, LICZNIKI IMPULSÓW, PRZEKAŹNIKI SSR

**NARZĘDZIA**  
STACJE LUTOWNICZE

**METREL** **SUMMIT** **HANYOUNG** **Sinometer**

**www.merserwis.com.pl** **MERSERWIS**

PRODUKCJA I SPRZEDAŻ AKCESORIÓW DO BEZKONTAKTOWEJ IDENTYFIKACJI - RFID  
STEROWNIKI MIKROPROCESOROWE NA ZAMÓWIENIE

**www.mikrokontrola.pl**

ul. Walczyńska 55, 01-908 Warszawa  
tel: [0 prefix 22] 885 55 45, fax: [0 prefix 22] 885 55 44

**MS Elektronik**  
Dystrybutor Elementów Elektronicznych

**Oferta czynnych i biernych elementów elektronicznych renomowanych producentów**

Tel. (58) 629 24 69  
Faks: (58) 629 32 00  
E-mail: info@mselektronik.com.pl

**www.mselektronik.com.pl**

**NORD Plus ELEKTRONIK**

ZESTAWY DO SAMODZIELNEGO MONTAŻU

**www.nordelektronikplus.pl**

**www.piekarz.pl**

HURTOWNIA CZĘŚCI ELEKTRONICZNYCH  
szeroki asortyment z magazynu **nowa strona www**

(22)663-76-01  
firma@piekarz.pl

**poltronic** dostarczamy podzespoły bogaty asortyment, najlepsza cena

**www.poltronic.com.pl**

importer podzespołów elektronicznych

Diody laserowe • Bezpieczniki/oprawki bezpiecznikowe

**SEMICON** Sp. z o.o. **www.semicon.com.pl**

Wyłączniki termobimetaliczne • Gniazda/moduły zasilające

PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE **SEMICS**

**www.semics.net.pl**

**TATAREK** sklep.tatarek.com.pl

+ZASILACZE +ANTENY +ŁADOWARKI +REGULATORY DO PIECÓW I KOMINKÓW  
+PRZETWORNICZCE +REGULATORY NADMUCHU CIEPŁEGO POWIETRZA +INNE

**KINESKOPY**

REGENERACJA tel. 0...22 678 48 36  
**www.kinescopy.com.pl**

Pierwsza Polska Katalogowo-Wysyłkowa Firma Elektroniczna

**TME** **www.tme.pl**  
Electronic Components

sygnał/szum. Tak uzdatniony sygnał podawany jest na wejście demodulatora FSK. Z wyjścia demodulatora sygnał przesyłany jest na wejście filtru cyfrowego (DF) w celu końcowej filtracji cyfrowej, która usuwa szpilki zakłóceń występujących z daleka od użytecznego pasma częstotliwości i redukuje jitter sygnału. Z wyjścia filtru sygnał podawany jest na linię RxD. Na linii RxD wystawiany jest stan niski kiedy na wejściu RAI wykryta jest częstotliwość dla stanu niskiego, natomiast stan wysoki w przeciwnym przypadku.

Podczas gdy ST7538P jest w trybie odbioru, obwód nadawania włączając w to moduł PLL jest wyłączony, co umożliwia uzyskanie bardzo niskiego poboru prądu przez układ (na poziomie 5 mA). Cała ścieżka z zaznaczeniem parametrów sygnału w najważniejszych miejscach została przedstawiona na rys. 5.

## Nadawanie danych

Tryb nadawania jest aktywny, gdy na liniach RxTx i REG\_DATA ustawiony zostanie stan 0. W trybie tym włączone są modulator FSK i PLL. Dane z zewnętrznego kontrolera transmitowane są linią TxD do modulatora FSK:

- Synchronicznie – podczas narastającego zbocza CLR/T, stan linii TxD jest odczytywany i wysyłany jest do modulatora FSK. Układ nadzoruje transmisję na podstawie

ustawionej w rejestrze konfiguracyjnym szybkości transmisji.

- Asynchronicznie – stan linii TxD jest bezpośrednio przesyłany do modulatora FSK. Zewnętrzny kontroler nadzoruje przebieg transmisji.

W obu przypadkach żadne dodatkowe bity nie są dodawane do transmitowanych danych.

Częstotliwości FSK są wytwarzane w modulatorze. Do ich wytworzenia wykorzystywany jest sygnał zegarowy o częstotliwości 16 MHz dostarczany z zewnętrznego oscylatora kwarcowego. W części analogowej sygnał jest filtrowany w celu ograniczenia widma częstotliwości sygnału i zmniejszenia zawartości harmonicznych. Następnie sygnał zamieniany jest na postać analogową, po czym przepuszczany jest przez filtr pasmowy w celu ograniczenia pasma. Z wyjścia filtru sygnał podawany jest na układ automatycznej kontroli poziomu (ALC). Na koniec sygnał przekazywany jest na wejście bloku interfejsu sieci energetycznej (PLI) skąd wysyłany jest na zewnątrz układu do sieci energetycznej.

Ścieżka przesyłowa z zaznaczeniem parametrów sygnału w najważniejszych miejscach została przedstawiona na rys. 6.

Na podstawie materiałów firmy STMicroelectronics opracował

**Artur Iwanicki, STM**

# ZAJRZYJ NA TE STRONY

**UNITRA UNIZET**

nowa strona **www.unizet.com.pl**

http:// [www.wobit.com.pl](http://www.wobit.com.pl) / [www.silniki.com](http://www.silniki.com) / [www.prowadnice.com](http://www.prowadnice.com)

przewodnice silniki DC  
przewodnice silniki krokowe  
potencjometry czujniki zbliżeniowe

**WOBit**

[www.czujniki.pl](http://www.czujniki.pl) / [www.ekodery.pl](http://www.ekodery.pl) / [www.potencjometry.com](http://www.potencjometry.com)