

Dekoder RDS

AVT-998

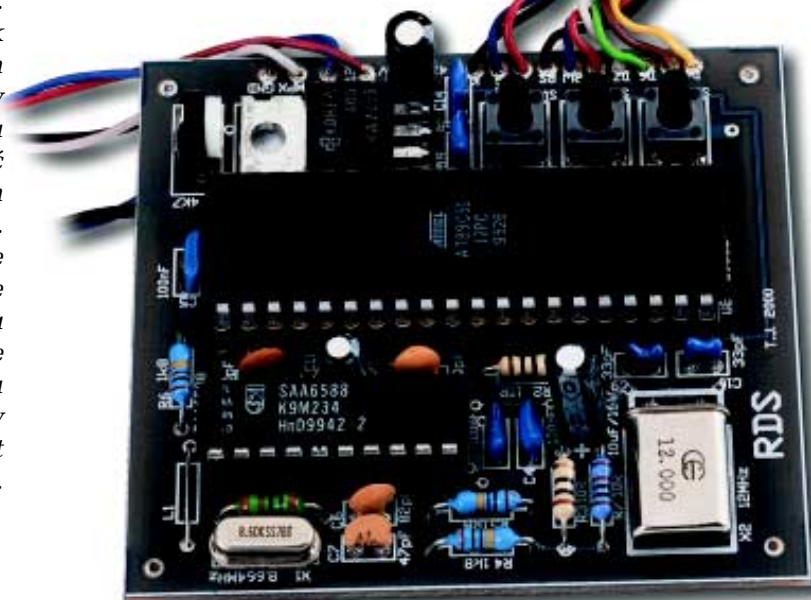
Kilka lat temu nikomu z nas nie śniło się, że tak szybko będziemy mogli czytać radiowe miniserwisy informacyjne. Teraz taką możliwość ma praktycznie każdy posiadacz współczesnego radioodbiornika.

Wychodząc na ratunek użytkownikom starszych odbiorników przedstawiamy opis uniwersalnego dekodera RDS, który można zastosować w dowolnym stereofonicznym radioodbiorniku radiowym.

Dekoder automatycznie obsługuje najpopularniejsze standardy kodowania informacji wykorzystywane w RDS, dzięki czemu użytkownik ma zapewniony bardzo wysoki komfort obsługi.



**PROJEKT
Z OKŁADKI**



Od początków radiofonii fale elektromagnetyczne służyły do przenoszenia różnego rodzaju informacji. Początkowo był to tak zwany telegraf bez drutu, skonstruowany przez pionierów radia: Marconiego i Popowa. Potem bardzo szybko pojawiły się systemy z modulacją fali nośnej wysokiej częstotliwości i tak powstało współczesne radio.

Od tego momentu inżynierowie i organizacje międzynarodowe borykają się z problemem standaryzacji. W miarę technicznego rozwoju radia, a później telewizji, większość udoskonalonych lub nowych systemów musi być dopasowana do istniejących już rozwiązań. Dzisiaj technika przekazu cyfrowego jest dość dobrze rozwinięta i oferuje w porównaniu z systema-

mi analogowymi zupełnie inną jakość. Trudno sobie jednak wyobrazić, by możliwe było zastąpienie powszechnie używanej analogowej telewizji czy radia zupełnie innymi, chociaż na pewno lepszymi, systemami cyfrowymi. W naszym kraju przejście z dolnego pasma UKF na górne trwało parę lat, a przecież technicznie zabieg był prawie kosmetyczny.

Co zatem zrobić, by nie rezygnować z istniejącego i używanego powszechnie sposobu medialnego przekazu, a jednocześnie móc korzystać z dobrodziejstw techniki cyfrowej? I na to znalazła się rada. Można przecież „wpisać” w przesyłaną informację analogową informację cyfrową tak, aby nie pogorszyć jakości tej pierwszej. Okazuje się, że powstały już komercyjne

Podstawowe cechy układu SAA6588

- ✓ Scalony filtr wejściowy z przełączanymi kondensatorami
- ✓ Demodulacja sygnału RDS (Europa) i RBDS (USA)
- ✓ Automatyczne wykrywanie RDS i RBDS
- ✓ Wykrywanie i korekcja błędów
- ✓ Szybka synchronizacja
- ✓ Detektor jakości sygnału wejściowego z układem jego korekcji
- ✓ Komunikacja poprzez szybki interfejs I²C

Tab. 1. Przyporządkowanie kodów grupom typów programów.

| NUMER | KOD | TYP PROGRAMU | WYŚWIETLACZ |
|-------|-------|-------------------------|-------------|
| 0 | 00000 | Brak | None |
| 1 | 00001 | Wiadomości | News |
| 2 | 00010 | Bieżące wydarzenia | Affairs |
| 3 | 00010 | Informacje | Info |
| 4 | 00100 | Sport | Sport |
| 5 | 00101 | Edukacja | Educate |
| 6 | 00110 | Teatr | Drama |
| 7 | 00110 | Kultura | Culture |
| 8 | 01000 | Nauka | Science |
| 9 | 01001 | Rozmaitości | Varied |
| 10 | 01010 | Muzyka pop | Pop Music |
| 11 | 01011 | Muzyka rockowa | Rock |
| 12 | 01100 | Muzyka lekka | Easy M |
| 13 | 01101 | Muzyka klasyczna lekka | Light M |
| 14 | 01110 | Muzyka poważna | Classics |
| 15 | 01111 | Inna muzyka | Other M |
| 16 | 10000 | Pogoda | Weather |
| 17 | 10001 | Finanse | Finance |
| 18 | 10010 | Program dla dzieci | Children |
| 19 | 10011 | Sprawy socjalne | Socjal |
| 20 | 10100 | Religia | Religion |
| 21 | 10101 | Forum telefoniczne | Phone In |
| 22 | 10110 | Podróże | Travel |
| 23 | 10111 | Zainteresowania + hobby | Leisure |
| 24 | 11000 | Muzyka jazzowa | Jazz |
| 25 | 11001 | Muzyka country | Country |
| 26 | 11010 | Muzyka krajowa | Nation M |
| 27 | 11011 | Stare przeboje | Oldies |
| 28 | 11100 | Muzyka folkowa | Folk |
| 29 | 11101 | Dokumentalny | Document |
| 30 | 11110 | Test Alarm | TEST |
| 31 | 11111 | Alarm | Alarm! |

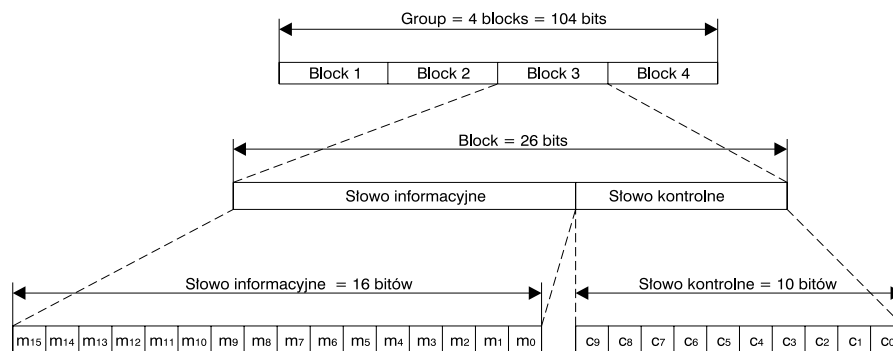
metody takiego przekazu. Jedną z nich jest system RDS.

System RDS (ang. Radio Data System) jest stosowany do przesyłania dodatkowych informacji cyfrowych w trakcie nadawania stereofonicznych lub monofonicznych audycji radiowych w paśmie UKF/FM (87,5..108MHz). Cyfrowy sygnał moduluje podnośną o częstotliwości równej trzeciej harmonicznej pilota sygnału stereo (19kHz*3=57kHz). Moc zmodulowanego sygnału oraz rodzaj modulacji dobrano tak, by nie zakłócać działania dekodera stereo i oczywiście samego sygnału użytecznego.

Dekoder RDS-u umożliwia użytkownikowi korzystanie z wielu ciekawych funkcji. Najważniejsze z nich to: *Program Identification* (PI), *Program Service* (PS), *Alternative Frequency* (AF), *Traffic Program* (TP) oraz radiotext. Funkcje te mogą znacznie poprawić komfort korzystania z radio-

odbiornika (szczególnie samochodowego lub przenośnego).

Zanim przejdziemy do praktycznej realizacji dekodera, potrzebna będzie informacja pozwalająca zrozumieć działanie całego urządzenia. Teoretyczne rozważania będą szczególnie przydatne przy omawianiu podstawowego układu, a mianowicie procesora SAA6588. Strukturę strumienia bitów informacji nadawanej systemem RDS pokazano na **rys. 1**.

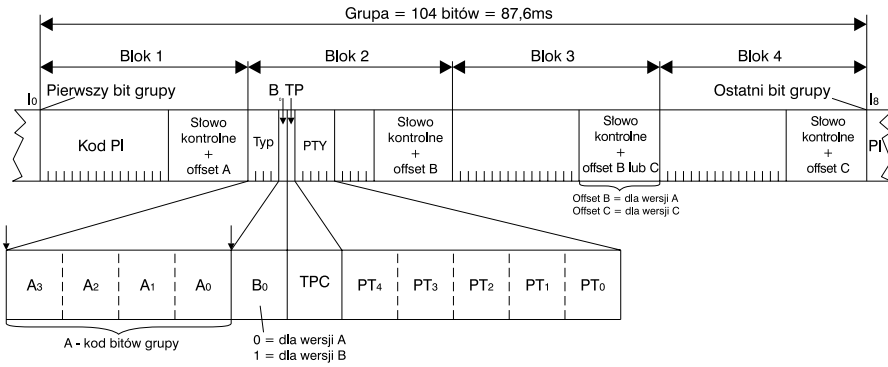


Rys. 1. Struktura informacji przesyłanej w RDS.

Największym elementem przesyłanej informacji jest grupa. Składa się ona z czterech bloków. Każdy blok to 26 bitów: 16 bitów informacyjnych i 10 bitów nadmiarowych. W tych dziesięciu bitach jest zakodowane słowo kontrolne oraz informacja określająca rodzaj bloku. Bloki są oznaczone literami: pierwszy to A, drugi B itd. Słowo kontrolne jest niezbędne do wykrywania i ewentualnej korekcji powstałych w trakcie przesyłania błędów transmisji. Powstawanie tych błędów zależy od warunków propagacyjnych i poziomu lokalnych zakłóceń radioelektrycznych. Szczególnie ważna jest detekcja i korekcja błędów w trakcie odbioru audycji w poruszającym się pojeździe. Warunki odbioru mogą się w takim przypadku szybko zmieniać.

Na **rys. 2** pokazano organizację informacji przesyłanej w grupie. Blok A w każdej grupie zawiera słowo PI (ang. Program identification). Struktura tego słowa pokazana jest na **rys. 3**. Słowo PI jest używane do jednoznacznej identyfikacji nadawanego programu. Jest ono w pewnym sensie rozszerzeniem mechanizmów identyfikacji używanych np. do automatycznego strojenia i opisywanych w dalszej części artykułu. Słowo PI może się też pojawiać w trzecim bloku grupy (nazywanym wtedy C). Decyduje o tym wartość bitu B₀ w bloku B. Wyzerowanie B₀ powoduje wpisanie PI tylko do bloku A. Jeżeli B₀ ma wartość 1, to PI jest wpisywane również do trzeciego bloku C.

Na czterech najstarszych bitach bloku B - bity A₃..A₀ zakodowany jest rodzaj (numer) grupy. Wspomniany już bit B₀ określa dodatkowo jej typ: A lub B. Informacja określająca rodzaj grupy jest bardzo istotna, ponieważ umożliwia



Rys. 2. Budowa grupy danych.

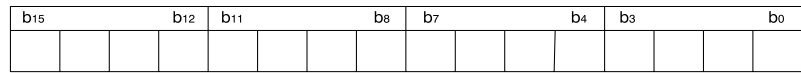
prawidłową interpretację informacji zawartej w blokach C i D oraz pięciu najmłodszych bitach bloku B. Specyfikacja systemu szczegółowo określa zawartość tych bloków dla niektórych grup. Na przykład w grupach 2A lub 2B przesyłany jest radiotext, w grupie 0A program *service name segment* i częstotliwości alternatywne itp. Dla niektórych grup format przesyłanych wiadomości może być określany przez nadawcę. W trakcie nadawania mogą być wysyłane tylko grupy interesujące stację radiową. Bity PT4..PT0 określają typ programu (pole PTY), zgodnie z opisem z tab. 1.

W tab. 1 pokazano wszystkie typy programów definiowanych w standardzie RDS dla obszaru Europy. Numer PTY może stanowić kryterium wyszukiwania i automatycznego dostrojenia się do stacji nadającej ulubioną muzykę lub audycję na interesujący nas temat. Bit TP sygnalizuje nadawanie informacji dla kierowców. Może to być też jeden z warunków wyszukiwania.

Najważniejsze informacje: słowo PI, typ programu PTY, bity B0 i TP oraz oczywiście numer grupy są przesyłane w każdej grupie. Następnymi ważnymi informacjami przesyłanymi przez RDS jest

| Tab. 2. Znaczenie bitu TA w zależności od stanu TP. | | |
|---|--------|--|
| bit TP | bit TA | Opis |
| 0 | 0 | ten program nie zawiera zapowiedzi informacji dla kierowców |
| 0 | 1 | ten program zawiera informację o innym programie dla kierowców |
| 1 | 0 | ten program zawiera tylko zapowiedź programu dla kierowców |
| 1 | 1 | informacja dla kierowców jest aktualnie nadawana |

Program Service Name (PS name) oraz wykaz alternatywnych częstotliwości (AF) nadającej stacji. Umieszczone są one w grupie 0A (rys. 4). PS name jest informacją alfanumeryczną i zawiera sekwencyjnie wysłaną nazwę stacji, re-

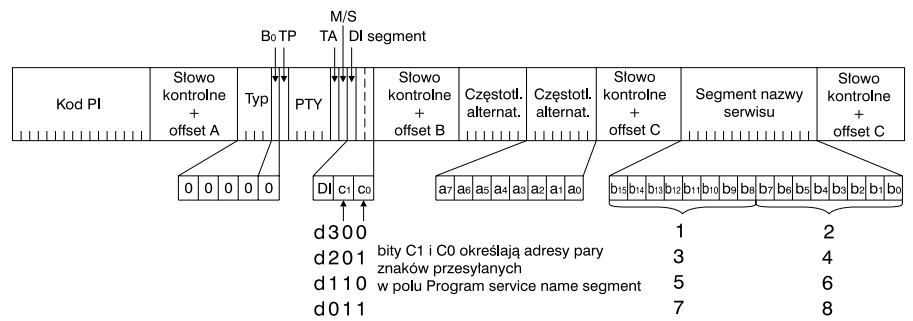


Bity b15..b12 kod kraju (Polska 03)
Bity b1..b8 typ programu i obszar nadawania

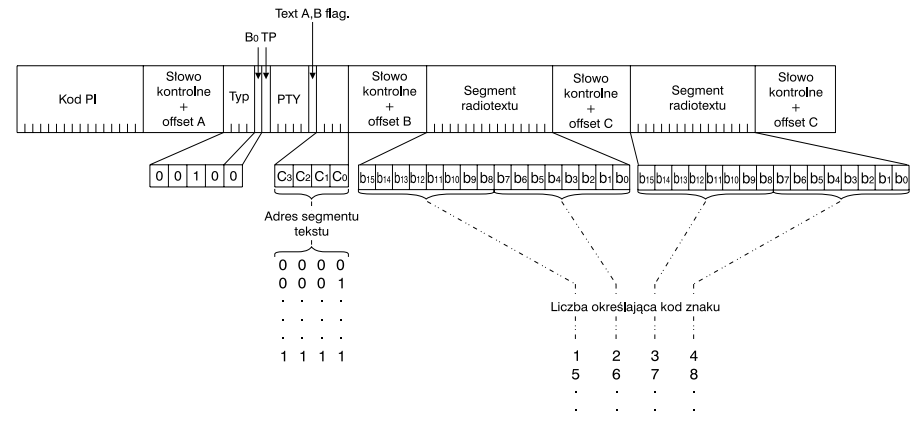
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| I | I | N | S | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | R12 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |

I - międzynarodowy
N - ogólnokrajowy
S - międzyregionalny
R1-R2 - regionalny
L - lokalny
Bity b7..b0 określają numer programu.
Numer programu nadawany jest dowolnie w każdym kraju (standard tego nie narzuca)

Rys. 3. Budowa słowa PI.



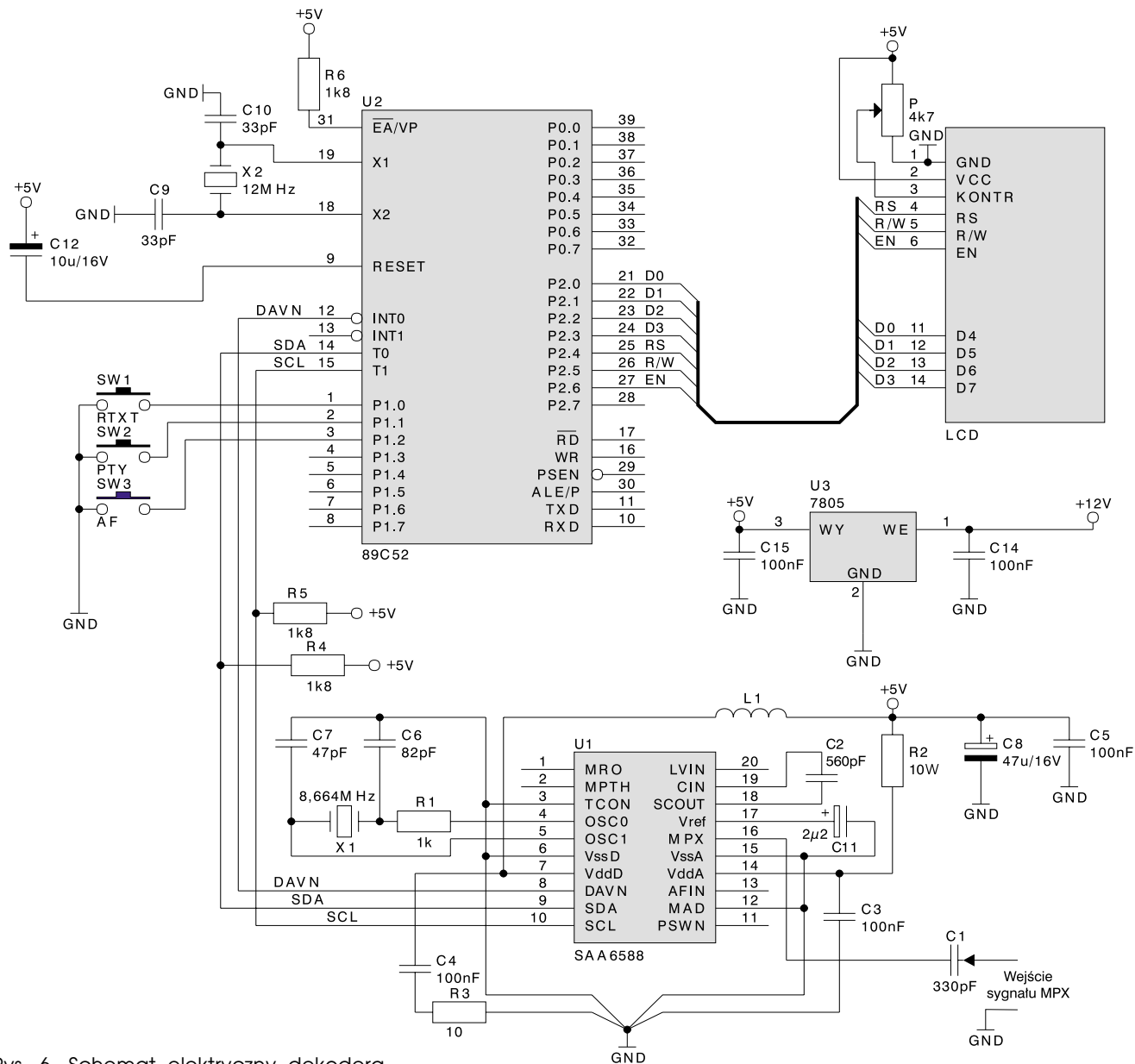
Rys. 4. Budowa grupy 0A.



Rys. 5. Budowa grupy 2A.

gion nadawania, datę, godzinę, nazwę audycji, nazwiska wykonawców itp. Rodzaj i ilość wysyłanych tekstów zależy oczywiście od nadawcy. Jedni ograniczają się głównie do nazwy stacji, u innych jest to cały serwis informacyjny. Grupa 0A jest najczęściej nadawaną grupą. W krańcowym przypadku może być nadawana tylko ona. Jeżeli wysyłane są inne grupy, to częstotliwość nadawania 0A jest zmniejszana. Zaleca się jednak, by dla prawidłowego wyświetlania PS i przesyłania listy AF były nadawane co najmniej dwie takie grupy w ciągu sekundy.

W jednej grupie 0A zawarte są 2 znaki nadawanego tekstu PS. Aby prawidłowo skompletować cały ośmioznakowy tekst w bloku



Rys. 6. Schemat elektryczny dekodera.

B, to bitami C1 i C0 jest zakodowany adres przesyłanej pary znaków. W bloku B oprócz znanych już: typu grupy, PTY, bitów B0 i TP przesyłane są również bity TA, M/S oraz DI. Bit TA jest

uzupełnieniem informacji niesionej przez bit TP (tab. 2).

Bit M/S (jeżeli jest wyzerowany) informuje, że aktualnie nie jest przesyłana muzyka (audycja słowna). Jeżeli w danym momencie nadawana jest muzyka, to M/S=1. Bit DI jest ściśle powiązany z bitami C0 i C1 (tab. 3).

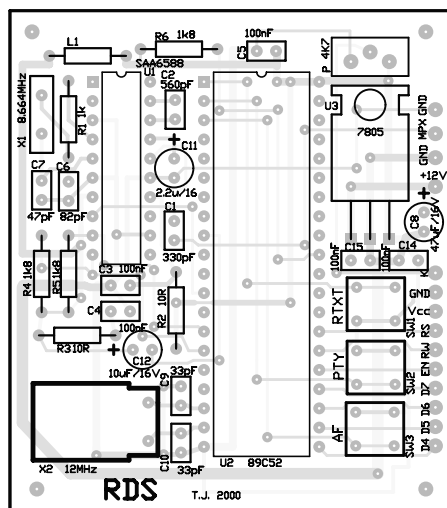
Niektóre stacje radiowe nadają stały kod PTY niezależnie od aktualnie nadawanej treści (np. Pop Music). Inne zmieniają dynamicznie PTY (np. Pop Music->News->Sport->Pop Music..). Informacja ta może być przydatna w procesie wyszukiwania stacji według kryterium wartości PTY.

Blok C zawiera zakodowaną listę alternatywnych częstotliwości nadawcy. Jest to bardzo istotna

informacja dla automatycznego wyszukiwania stacji odbiornika samochodowego. Nadawniki UKF mają ograniczony zasięg i w kilkusetkilometrowej podróży trzeba kilkakrotnie szukać ponownie znikającego sygnału ulubionej stacji. Nadawanie listy AF umożliwia znalezienie (jeśli to możliwe) innego bliższego nadajnika.

Ponieważ w bloku C przesyłane są tylko dwa bajty, to listę częstotliwości trzeba było jakoś zakodować. Przyjęto dwie metody kodowania: A i B (nie mają one nic wspólnego z rodzajami grup A i B). Kodowanie A stosuje się wtedy, kiedy lista częstotliwości ma co najwyżej 25 pozycji. Dla dłuższej listy, lub w przypadku kiedy na jednej częstotliwości

| Tab. 3. Sposób kodowania informacji o programie. | |
|--|------------------------------|
| Stany bitów | Opis |
| d0=0 (C0=1, C1=1) | program mono |
| d0=1 (C0=1, C1=1) | program stereo |
| d1=0 (C0=0, C1=1) | brak "symulowanego nagłówka" |
| d1=1 (C0=0, C1=1) | "symulowany nagłówek" |
| d2=0 (C0=1, C1=0) | brak kompresji |
| d2=1 (C0=1, C1=0) | Kompresja |
| d3=0 (C0=0, C1=0) | stałe PTY |
| d3=1 (C0=0, C1=0) | dynamicznie przełączane PTY |



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

w różnym czasie nadaje kilka stacji, stosuje się kodowanie B.

W kodowaniu A pierwszy bajt bloku C zawiera liczbę częstotliwości na liście lub kod częstotliwości. Wartościom częstotliwości z zakresu górnego pasma UKF: 87,6MHz..107,9MHz (z krokiem 0,1MHz) przyporządkowane są słowa kodowe od 1do 204 (dwójkowo), natomiast liczba częstotliwości zakodowana jest za pomocą słów kodowych od 225 do 249. Jeżeli pierwszy bajt bloku C jest liczbą z przedziału 225..249 oznacza to, że jest to liczba wartości częstotliwości na liście. W przeciwnym przypadku jest to zakodowana wartość częstotliwości. Drugi bajt bloku C określa częstotliwość. Przy parzystej liczbie częstotliwości bajt zamykający listę ma wartość 205.

Kodowanie B wykorzystuje takie same kody jak w przypadku A. Inny jest natomiast sposób przesyłania częstotliwości. Po bajcie określającym liczbę częstotliwości na liście, drugi bajt bloku C zawiera wartość częstotliwości aktualnie nadawanej audycji. Każdy następny blok C zawiera tę częstotliwość i częstotliwość alternatywną. Można w ten sposób przysyłać wiele list tej samej częstotliwości.

Rozróżnienie pomiędzy systemami kodowania nie jest sygnalizowane bezpośrednio. Można jednak łatwo je rozróżnić wykrywając powtarzanie się kodów częstotliwości (w metodzie A się nie powtarzają).

Drugą grupą, którą należy opisać jest grupa 2. Zawiera ona, oprócz standardowych informacji przesyłanych w każdej grupie, dość długą informację alfanumeryczną nazwaną radiotekstem (grupa A 64 znaki, grupa B 32 znaki). Pokażemy teraz na przykładzie grupy 2A (rys. 5) jak jest to zorganizowane.

Cztery najmłodsze bity bloku B określają adres segmentu czterech znaków nadawanych w bloku C i D. Cały tekst ma więc 16 segmentów po 4 znaki, czyli razem 64 znaki. Nowy tekst musi zaczynać się od adresu 0000. Jeżeli nadawana informacja ma długość większą niż 16 segmentów, to musi kończyć się kodem CR (0dhex). Oczywiście tak jak w przypadku PS name, znaki nadawane są w kodzie ASCII.

Ponieważ trudno sobie wyobrazić wyświetlacz w radioodbiorniku o długości 64 znaków, to tekst musi być wyświetlany poprzez sekwencyjne wyświetlanie jego fragmentów. Drugim sposobem jest „przewijanie” tekstu z prawej strony wyświetlacza do lewej.

W bloku B przesyłany jest bit Text A/B flag. Tak na marginesie, godne podziwu jest przywiązanie autorów standardu do tych dwu literek. Jeżeli odbierana jest zmiana tego bitu z 0 na 1 lub odwrotnie, to należy wyzerować bufor wyświetlacza i wpisywać nowy tekst. Jeżeli natomiast zmiana taka nie następuje, to nowy segment należy wpisać do istniejącego tekstu w pozycję określoną przez bity C3..C0.

Radiotext łącznie z PS name umożliwia przekazanie dość dużej porcji informacji afanumerycznej jak na medium, które z zasady opiera się na wrażeniach słuchowych. Radiotext ma sporo większą pojemność, ale grupa 2 jest rzadziej przesyłana. Tekst 8-znakowy PS grupy 0 jest zazwyczaj powtarzany kilkakrotnie w krótkim okresie. Przekłamanie lub nieodebranie jednego z segmentów PS powoduje tylko chwilowe błędne wyświetlenie informacji, ponieważ następne grupy 0 mogą to szybko naprawić. Inaczej się ma sprawa z radiotekstem. Cały tekst jest kompletowany i wyświetlany w ciągu kilku..kilkunas-

tu sekund. Zgubienie lub przekłamanie nawet czterech znaków jest już bardzo widoczne, nie mówiąc o przekłamaniu w odbiorze bitów C3..C0. Jednak, inaczej niż w PS, wyświetlany tekst zazwyczaj nie zmienia się lub zmienia się bardzo rzadko.

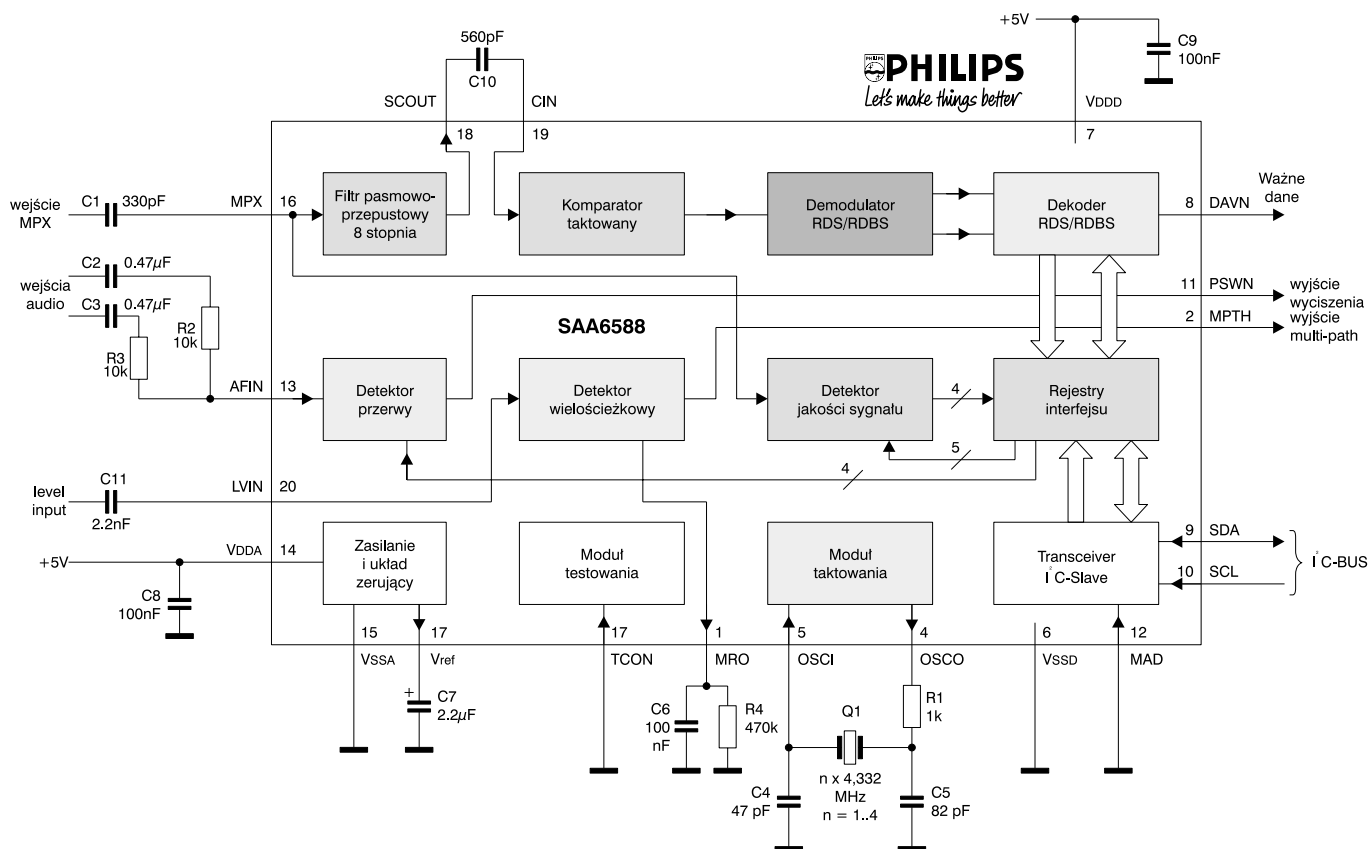
W normie systemu zdefiniowane są łącznie 32 grupy. Opisujemy wszystkie przekraczając oczywiście zakres tego artykułu. Przedstawione zostały tylko moim zdaniem najciekawsze i chyba najczęściej nadawane. Zainteresowani znajdą wszystkie informacje w opisie systemu RDS.

Opis układu

Uff! Przebrnęliśmy przez małe teoretyczne co nieco. Pora teraz na opis realizacji dekodera. Schemat całości przedstawiono na rys. 6, a widok schematu montażowego płytki drukowanej na rys. 7.

Sterownik wykonano w oparciu o mikrokontroler AT89C52. Znane elementy to wyświetlacz LCD 2x16 znaków sterowany za pomocą 4-bitowej magistrali poprzez port P2. Kontrast wyświetlacza ustawia się potencjometrem P. Kondensator C12 podłączony do +5V i nóżki RESET stanowi obwód generowania odpowiedniego impulsu zerującego mikrokontroler po włączeniu zasilania. Rezystor R6 wymusza stan wysoki na wejściu !EA/VP - jest więc wykonywany program zapisany w wewnętrznej pamięci Flash mikrokontrolera. Przyciski SW1..SW3 służą do ustawiania odpowiedniego trybu wyświetlania informacji przesyłanych w systemie RDS. Całość zasilana jest poprzez układ stabilizatora U3. Rezystory R4 i R5 podciągają do +5V linie SDA i SCL magistrali I²C. W tym momencie dochodzimy do zasadniczej części dekodera - układu U1.

Jak już wspomniano, cyfrowy sygnał z kodera RDS koduje po stronie nadawczej podnośną zespolonego sygnału stereofonicznego MPX o częstotliwości 57kHz. Aby uzyskać w odbiorniku w jakiś sposób cyfrowy sygnał, należy go wydzielić z sygnału MPX i zdemodulować. Po odpowiednim uformowaniu otrzymamy ciąg bitów zawierający informację RDS.



Rys. 8. Schemat blokowy układu SAA6588.

Teraz ten ciąg za pomocą odpowiedniego oprogramowania należy zsynchronizować. Oznacza to, że trzeba znaleźć początek jakiegoś bloku, odebrać go, odebrać słowo kontrolne łącznie z offsetem identyfikującym rodzaj bloku. W trakcie odbierania następnego bloku trzeba wyliczyć za pomocą wielomianu kontrolnego słowo kontrolne dla odebranego bloku i porównać z odebranym słowem. Dobrze byłoby naprawić w odebranym bloku przekłamania pewnej liczby bitów, ponieważ przesyłane słowo kontrolne to umożliwi.

Podsumujmy: filtr pasmowy o dużej dobroci, demodulator, układy formujące, silny mikrokontroler i specjalistyczne oprogramowanie. Zrobienie tego wszystkiego, i to dobrze, jest bardzo, bardzo trudne. Postęp w technologii, rosnąca konkurencja i popularność RDS-u spowodowały, że pojawiły się specjalizowane układy scalone realizujące szereg tych uciążliwych dla konstruktora dekodera funkcji. Jednym z takich układów jest preprocesor SAA6588 firmy Philips. Schemat blokowy tego układu przedstawiony jest na rys. 8.

Preprocesor zawiera w swojej strukturze filtr pozwalający wyodrębnić z sygnału MPX sygnał o częstotliwości 57kHz. Sygnał ten następnie poddawany jest demodulacji. Cyfrowy już, synchronicznie przesyłany, strumień bitów danych jest podawany na wejście bloku oznaczonego jako *Dekoder RDS/RBDS*. Tam następuje synchronizacja, detekcja błędów i ewentualnie ich korekcja. To oczywiście wszystko w wielkim skrócie. Sterownik obsługujący preprocesor może odczytywać za pomocą magistrali I²C prawidłowo odebrane i zidentyfikowane bloki (bez błędów lub po korekcji, jeżeli to możliwe). Całe oprogramowanie może się skoncentrować na odczytywaniu bloków i kompletowaniu ich w grupy. Informacja zawarta w grupach jest następnie wyświetlana lub przesyłana do sterownika części radiowej. Zastosowanie układu SAA6588 znacząco upraszcza konstrukcję dekodera, gdyż zwalnia konstruktora z projektowania opisywanych już trudnych technicznie elementów toru RDS.

Tomasz Jabłoński, AVT
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP12/2000 w katalogu PCB.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 1kΩ
- R2, R3: 10Ω
- R4..R6: 1,8kΩ
- P: potencjometr 4,7kΩ

Kondensatory

- C1: 330pF
- C2: 560pF
- C3..C5, C14, C15: 100nF
- C6: 82pF
- C7: 47pF
- C8: 47µF/16V
- C9, C10: 33pF
- C11, C12: 2,2µF/16V
- C13: 100µF/16V

Półprzewodniki

- U1: SAA6588
- U2: AT89C52 - zaprogramowany
- U3: 7805

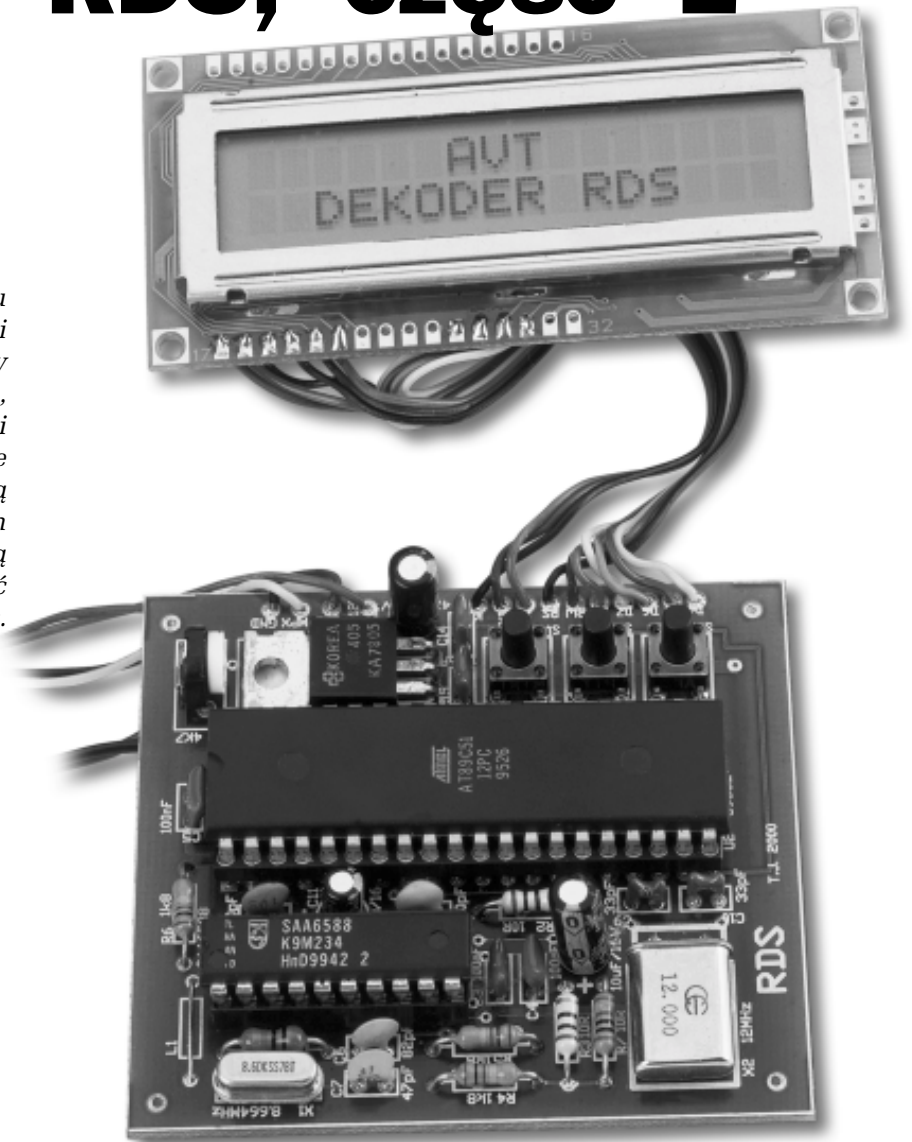
Różne

- Wyświetlacz LCD 2x16 znaków
- X1: rezonator 8,664MHz
- X2: rezonator 12MHz
- SW1..SW3: mikroprzełączniki

Dekoder RDS, część 2

AVT-998

W drugiej części artykułu przedstawiamy tajniki obsługi scalonego dekodera RDS firmy Philips oraz sposób montażu, uruchomienia i obsługi urządzenia. Informacje zawarte w tej części artykułu są szczególnie istotne dla tych Czytelników, którzy zamierzają samodzielnie udoskonalić nasz dekod.



Aby preprocesor SAA6588 mógł spełniać wymagania stawiane przez projektanta, należy go po włączeniu zasilania odpowiednio skonfigurować. Do tego celu służą trzy bajty: **0W**, **1W** i **2W** wpisywane do układu poprzez magistralę I²C.

Bajt **0W** (rys. 9) służy do ustawiania sposobu pomiaru jakości sygnału MPX, restartowania układu synchronizacji i trybu jego pracy, sposobu korekcji błędów oraz do wyboru standardu RDS/RBDS. Jak już wspomniano, preprocesor ma możliwość pomiaru jakości sygnału MPX. Wyniki pomiaru mogą być wykorzystane w procedurze korygowania charakterystyki toru wejściowego sygnału MPX. Korekcja taka jest możliwa poprzez odpowiednie

zaprogramowanie bajtu **2W**. Pomiar jakości sygnału może być przeprowadzony na żądanie (SQCM=0 i TSQD z 0 na 1) lub ciągle (SQCM=1 i TSQD=1). Wynik pomiaru wpisywany jest do bajtu **6R** (opisywanego później). Bit NWSY ustawia się na 1 po włączeniu zasilania (lub restarcie układu) i utracie synchronizacji (bit SYNC w bajcie **0R**).

Bity DAC1 i DAC0 określają sposób synchronizacji i aktywacji wyjścia DAVN. Wyjście DAVN przechodzi w stan 0 w momencie, kiedy preprocesor sygnalizuje gotowość przesłania danych do sterownika. Sygnalizacja taka może być aktywna po prawidłowym odebraniu jednego dowolnego bloku (16+10 bitów), odebraniu bloku A (czyli słowa PI) lub ode-

BAJT 0W

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SQCM | TSQD | NWSY | SYM1 | SYM0 | RBDS | DAC1 | DAC0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

SQCM=0 wyzwalany pomiar jakości sygnału MPX
 SQCM=1 ciągły pomiar jakości sygnału MPX

TSQD=0 nie ma pomiaru jakości sygnału MPX
 TSQD=1 wyzwalany pomiar jakości sygnału MPX

NWSY=0 praca normalna (synchronizacja)
 NWSY=1 restart synchronizacji

| | | |
|------|------|-------------------------------|
| SYM1 | SYM0 | |
| 0 | 0 | brak korekcji błędów |
| 0 | 1 | korekcja maks. 2 bitów |
| 1 | 0 | korekcja maks. 5 bitów |
| 1 | 1 | brak korekcji (standard RBDS) |

RBDS=0 standard RDS
 RBDS=1 standard RBDS

| | | |
|------|------|---|
| DAC1 | DAC0 | |
| 0 | 0 | szukanie synchronizacji DAVN=1 Po jej znalezieniu odbiór każdego prawidłowego 26 bitów DAVN=0 |
| 0 | 1 | szukanie synchronizacji DAVN=1 Dane są dostępne po znalezieniu bloku A (DAVN=0 jak wyżej) |
| 1 | 0 | szukanie synchronizacji DAVN=1 DAVN=0 po odbiorze każdego prawidłowego 52 bitów |
| 1 | 1 | brak |

Rys. 9. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 0W.

braniu dwu kolejnych bloków. Sygnał DAVN może być dołączany do wejścia przerywania mikrokontrolera lub do dowolnej linii portu i sprawdzany metodą przepytывania.

Na rys. 10 przedstawione jest drugie słowo konfiguracyjne 1W. Bity PL1 i PL2 służą do ustawiania progu zadziałania układu detekcji pauzy sygnału m.cz. Układ ten nie jest wykorzystywany w torze dekodera RDS, więc nie będziemy się nim tutaj zajmować. Bity FEB5..FEB0 określają zawartość licznika „trzymania synchronizacji“. Odebranie błędnego bloku powoduje inkrementację licznika, natomiast każdy prawidłowo odebrany blok dekrementuje licznik. Przekroczenie wartości określonej przez FEB5..FEB0 oznacza utratę synchronizacji - sygnalizowane jest to za pomocą bitu SYNC (0R). Jeżeli do licznika wpisana jest wartość 0, to układ trzymania synchronizacji nie jest aktywny. Wpisanie wartości 63 powoduje automatyczną synchronizację. Po wypełnieniu licznika następuje automatyczne wyzwolenie synchronizacji.

Bity PTF1 i PTF0 ostatniego, trzeciego bajtu 2W (rys. 11) ustalają częstotliwość rezonatora preprocesora (kiedy bit SOSC=1) lub określają czas pauzy detektora pauzy (kiedy SOSC=0). Częstotliwość oscylatora może być ustalana jako wielokrotność podstawowej częstotliwości 4,332MHz.

Bity SQS4..SQS0 określają wartość korekcji sygnału MPX. Dla wartości 0Fhex tor przenosi sygnał bez zmian. W trakcie pracy

układu można w dowolnym momencie wysłać do niego bajty konfiguracyjne, np. w celu restartu synchronizacji lub dokonania korekcji sygnału MPX. Prawidłowo skonfigurowany i oczywiście podłączony do sygnału MPX preprocesor powinien się zsynchronizować i za pomocą sygnału DAVN sygnalizować obecność danych gotowych do odebrania przez sterownik. Dane te można odczytywać za pomocą magistrali I²C z bufora układu. Bufor ten zawiera siedem bajtów oznaczonych od 0R do 6R.

Bitami BL2..BL0 (bajt 0R) zakodowany jest numer ostatnio odebranego bloku. Informacja ta jest potrzebna do prawidłowego skompletowania całej grupy. SYNC to opisywany już bit sygnalizacji prawidłowej synchronizacji odbieranych bloków. Bit DOFL sygnalizuje, że odebrany blok nie był przez sterownik odczytany i następny blok został wpisany na jego miejsce w buforze danych (dane utracone). Do bitu RSTD wpisywana jest informacja o wystąpieniu wewnętrznego zerowania preprocesora. Sytuacja taka występuje w momencie włączenia zasilania, spadku napięcia zasilania lub kiedy częstotliwość oscylatora spada poniżej 400Hz. Po odczytaniu bajtu 0R bit RSTD jest zerowany. Bity ELB1 i ELB0 pokazują status ostatnio odebranego bloku.

BAJT 1W

| | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| PI1 | PI0 | FEB5 | FEB4 | FEB3 | FEB2 | FEB1 | FEB0 |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|

PI1, PI0 bity używane w układach detekcji pauzy (tutaj nie wykorzystywane)
 FEB5 - FEB0 wartości licznika błędnych bloków układu synchronizacji

Rys. 10. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 1W.

Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 0R pokazano na rys. 12. Odbierane bloki są wpisywane do bajtów 1R..4R (rys. 13), przy czym dostępny jest blok świeżo skompletowany oraz blok poprzedni. Takie buforowanie informacji jest niezbędne w momencie ustawienia bitów DAC1=1 i DAC0=0 w bajcie 0W.

W bajcie 5R (rys. 14) bity BEC5..BEC0 określają bieżącą wartość licznika błędnych pakietów, opisywanego już układu synchronizacji, natomiast bity PM0, PM1 status poprzednio odebranego bloku.

Na rys. 15 przedstawiono ostatni bajt (6R) bufora danych preprocesora. Bity BP2..BP0 określają numer poprzednio odebranego bloku, natomiast bity SOI3..SOI0 zawierają zakodowany wynik pomiaru jakości sygnału MPX. Najlepszy sygnał jest dla wartości zerowej, natomiast najgorszy dla wartości 15.

Dekoder systemu RDS najczęściej stanowi jedną całość ze sterownikiem programatora odbiornika. Możliwe jest wtedy wykorzystanie informacji niesionej przez RDS do wykonania wielu funkcji automatycznego wyszukiwania, śledzenia stacji itp. W naszym przypadku ma to być (z założenia) dekodery uniwersalny, a więc współpracujący z dowolnym odbiornikiem. Oczywiście jakość toru FM i poziom sygnału musi spełniać wymagania stawiane przez RDS. Przy takim założeniu informacje z dekodera mogą być tylko wyświetlane. Trudno sobie bowiem wyobrazić jakąkolwiek wymianę informacji z układem programatora mechanicznego lub odbiornikiem przestrajonym agregatem kondensatorów.

W projekcie nie wykorzystano bloku detektora pauzy oraz układu detekcji nakładania się stacji silnej na słabszą (ang. multi path detector). Zespolony sygnał MPX wprowadzany jest poprzez C1 na nóżkę 16 układu U1. Kondensator C2 podaje odfiltrowany sygnał podnośnej 57kHz na układ komparatora. Kondensator C11 pracuje

BAJT 2W

| PTF1 | PTF0 | SOSC | SQS4 | SQS3 | SQS2 | SQS1 | SQS0 |
|------|------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| PTF1 | PTF0 | | | | | | |
| 0 | 0 | częstotliwość oscylatora 4,332MHz | | | | | |
| 0 | 1 | częstotliwość oscylatora 8,664MHz | | | | | |
| 1 | 0 | częstotliwość oscylatora 12,996MHz | | | | | |
| 1 | 1 | częstotliwość oscylatora 17,328MHz | | | | | |
| 0 | 0 | czas 20,2 ms | | | | | |
| 0 | 1 | czas 40,4 ms | | | | | |
| 1 | 0 | czas 80,8 ms | | | | | |
| 1 | 1 | czas 161,7 ms | | | | | |

SOSC=0 bity PTF1 i PTF0 określają czas trwania pauzy w układzie detektora pauzy
 SOSC=1 bity PTF1, PTF0 określają częstotliwość oscylatora

SQS4 - SQS0 ustawianie korekcji sygnału MPX od -9,0dB do +9,6dB

Rys. 11. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 2W.

w obwodzie detekcji obniżenia napięcia zasilania i generowania sygnału restartu U1. Jak już wspomniano, SAA6588 ma szereg funkcji o charakterze programowym (np. sprawdzanie wielomianu kontrolnego i korekcja błędów), a więc zagadnienie odpowiedniego restartu ma tutaj duże znaczenie. W standardowym obwodzie rezonatora pracuje kwarc o częstotliwości 8,664MHz.

Łatwo zauważyć (rys. 8, EP12/2000), że producent preprocesora rozdzielił układy zasilania części analogowej i cyfrowej. Oddzielne wyprowadzenia masy i plusa zasilania umożliwiają zredukowanie przenoszenia się zakłóceń o charakterze cyfrowym do części analogowej układu. Elementy R2 i C3 filtrują zakłócenia mogące się pojawić na nóżce VddA. Cewka L1 oraz rezystor R3 i kondensator C4 mają za zadanie tłumić zakłócenia generowane przez część cyfrową U1. Oddzielnym problemem jest połączenie mas układu. Należy tu przestrzegać podstawowych zasad: połączenia masy analogowej i cyfrowej w jednym punkcie oraz unikanie tworzenia zamkniętych pętli. Nie trzeba nikogo przekonywać, że ograniczenie do minimum zakłóceń generowanych przez dekodery jest niezbędne.

Montaż i uruchomienie

Montaż dekodera jest stosunkowo prosty. Trzeba pamiętać o naklejeniu paska taśmy izolacyjnej w miejscu, gdzie radiator stabilizatora U3 (położonego) może się stykać z płytka. Oczywiście ta uwaga nie dotyczy stabilizatorów z obudową izolowaną. Połączenie płytki z wyświetlaczem należy wykonać za pomocą wiązki przewodów.

Po zmontowaniu urządzenia można przystąpić do jego uruchomienia. Najpierw oczywiście sprawdzamy wartość napięcia zasilającego. Układy U1 i U2 nie są włożone wtedy w podstawki. Następnie należy odnaleźć źródło sygnału MPX w odbiorniku radiowym. Najlepiej jest posługiwać się wtedy schematem. Sygnał ten

wchodzi na wejście dekodera stereo (połączenie pomiędzy wyjściem układu detektora a dekodrem stereo). Połączenie masy dla tego sygnału należy wykonać jak najbliżej tych układów. Po wykonaniu tego połączenia wkładamy układy do podstawek i włączamy zasilanie. Prawidłowo zaprogramowany mikrokontroler wykona teraz sekwencję programowania preprocesora i jeżeli sygnał MPX będzie miał odpowiednią jakość, to całość powinna zacząć poprawnie działać. W razie problemów należy sprawdzić sondą TTL sygnał DAVN preprocesora. Powinna tam być fala prostokątna. Podobnie na nóżkach SDA i SCL. Brak tych sygnałów lub częściowe zanikanie może oznaczać złą jakość sygnału MPX lub uszkodzenie jakiegoś elementu. Prawidłowo działający dekodery zaczyna wy-

BAJT 0R

| BL2 | BL1 | BL0 | SYNC | DOFL | RSTD | ELB1 | ELB0 |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|

BL2 - BL0 numer ostatnio odebranego bloku

| BL2 | BL1 | BL0 | |
|-----|-----|-----|----------------------------|
| 0 | 0 | 0 | blok A |
| 0 | 0 | 1 | blok B |
| 0 | 1 | 0 | blok C |
| 0 | 1 | 1 | blok D |
| 1 | 0 | 0 | blok C' |
| 1 | 0 | 1 | blok E (tylko RBDS) |
| 1 | 1 | 0 | blok E (błąd w trybie RDS) |
| 1 | 1 | 1 | błędny blok |

SYNC=0 brak synchronizacji
 SYNC=1 synchronizacja

DOFL=0 wszystkie dane przeczytane
 DOFL=1 dane uległy nadpisaniu

RSTD=0 nie wykryto resetu
 RSTD=1 wykryto reset preprocesora

| ELB1 | ELB0 | |
|------|------|---------------------------------|
| 0 | 0 | nie wykryto błędów |
| 0 | 1 | skorygowano maks. 2 bity |
| 1 | 0 | skorygowano maks. 5 bitów |
| 1 | 1 | blok niemożliwy do skorygowania |

Rys. 12. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 0R.

BAJT 1R

| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
|----|----|----|----|----|----|----|----|

Starszy bajt ostatnio prawidłowo odebranego bloku

BAJT 2R

| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
|----|----|----|----|----|----|----|----|

Młodszy bajt ostatnio prawidłowo odebranego bloku

BAJT 3R

| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
|----|----|----|----|----|----|----|----|

Starszy bajt poprzednio prawidłowo odebranego bloku

BAJT 4R

| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
|----|----|----|----|----|----|----|----|

Młodszy bajt poprzednio prawidłowo odebranego bloku

Rys. 13. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 1R..4R.

BAJT 5R

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BEC5 | BEC4 | BEC3 | BEC2 | BEC1 | BEC0 | PMO1 | PMO0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

BEC5 - BEC0 bieżąca wartość licznika układu synchronizacji
 PMO1 PMO0
 0 0 nie wykryto błędów
 0 1 skorygowano maks. 2 bity
 0 0 skorygowano maks. 5 bitów
 0 1 blok niemożliwy do skorygowania

Rys. 14. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 5R.

światła w górnym wierszu informację *PS name*. Przyciskamy teraz kolejno klawisze SW1, SW2 i SW3 i sprawdzamy wyświetlanie poszczególnych informacji. Na płycie drukowanej jest element oznaczony jako L1. Należy włutować tam zworkę. W przypadku problemów z zakłóceniami można tam włutować dławik o indukcyjności kilku mH. Podczas prób był wykorzystywany stary tuner FM typu FAUST produkcji DIORY. Tuner ten jest przestrajany agregatem kondensatorów i w trakcie przestrajania nie zauważono problemów z synchronizacją. Nie zauważono też jakiegoś wpływu dekodera RDS na jakość audycji. Jeżeli sygnał antenowy FM jest dobrej jakości, to urządzenie pracuje prawidłowo.

Obsługa dekodera

Po włączeniu zasilania wyświetlacz jest wygaszony. Jeżeli odbiornik jest dostrojony do stacji nadającej audycję z RDS-em, to w górnym wierszu wyświetlacza będzie wyświetlana 8-znakowa informacja *PS name*. Jeżeli w sygnale MPX jest zakodowany sygnał RDS, to na wyjściu DAVN preprocesora powinna się pojawić fala prostokątna. Przebiegi pojawiają się również na liniach SDA i SCL. Przy prawidłowym, silnym sygnale *PS name* powinna być wyświetlana bez przekłamań.

Wciśnięcie klawisza SW1 powoduje wejście dekodera w tryb odbioru i wyświetlania drugiej informacji alfanumerycznej, a mianowicie radiotekstu. Radiotekst

może mieć maksymalną długość 64 znaków alfanumerycznych. Wyświetlenie takiej informacji na wyświetlaczu o długości 16 znaków wymaga przewijania tekstu i wyświetlania go w okienku 16-znakowym. Tutaj jedna zasadnicza uwaga: znaki przesyłane są dość szybko jak na zastosowany tutaj popularny alfanumeryczny wyświetlacz. Wyświetlacz powinien być dobrej jakości, a kontrast musi być odpowiednio ustawiony. Podczas prób okazało się, że najlepsze rezultaty zostały osiągnięte ze starym, zużytym już trochę wyświetlaczem firmy Toshiba. Te nowe, szczególnie przy większym kontraście, pozostawiają poświatę zamazującą wyświetlaną informację. Po wejściu dekodera w tryb odbioru radiotekstu początkowo wypełniany jest bufor o długości 64 znaków. W dolnym wierszu wyświetlacza skrolowany jest napis **RADIO TXT**. Dopiero po wypełnieniu zawartość bufora zaczyna być wyświetlana. Przechodzące znaki są wpisywane na miejsce już wyświetlonych - adresowanie znaków opisane było przy omawianiu grupy 2. Wszystko jest dobrze do momentu zmiany stacji. W sterowniku dekodera, zintegrowanym ze sterownikiem tunera, w momencie zmiany stacji przesyłany jest sygnał informujący dekoder o zmianie. Można wtedy zatrzymać odbieranie, wygasić wyświetlacz i uruchomić procedurę synchronizacji. W naszym przypadku jest to niemożliwe. Dekoder musi sobie radzić inaczej. Wykorzystano tutaj fakt, że każda

stacja ma swój unikalny numer zakodowany w słowie PI. Jeżeli nastąpi zmiana tego numeru, to jest to sygnał do wygaszenia wyświetlacza i rozpoczęcia odbierania oraz wyświetlania radiotekstu od nowa. Przy konstruowaniu urządzenia, w pewnym momencie ten mechanizm nie był wykorzystywany. Prowadziło to do sytuacji, w której po przestrojeniu na nową stację wyświetlany był już jej PS w górnym wierszu wyświetlacza, natomiast w dolnym wierszu skrolowany był radiotekst starej stacji do momentu całkowitego wypełnienia bufora nową informacją. Przy uruchamianiu funkcji odbioru radiotekstu należy pamiętać, że nie wszystkie stacje nadające sygnał RDS nadają radiotekst. Ponowne przyciśnięcie SW1 powoduje wygaszenie wyświetlacza i zatrzymanie tej funkcji (cykliczne włączanie i wyłączanie).

Naciśnięcie klawisza SW2 powoduje przesunięcie wyświetlanego PS w lewą stronę. Z prawej strony górnego wiersza wyświetlacza wyświetlana jest wtedy informacja o typie programu PTY (tab. 1, EP12/2000). Cykliczne przyciskanie tego klawisza powoduje włączanie/wyłączanie tej funkcji. Po wyłączeniu wyświetlania PTY, wyświetlanie PS powraca na środek górnego wiersza wyświetlacza.

Naciśnięcie klawisza SW3 powoduje wejście w tryb wyświetlania częstotliwości alternatywnych odbieranej stacji radiowej. Na wyświetlaczu wyświetlane są jednocześnie cztery częstotliwości - dwie w górnym wierszu i dwie w dolnym. Jeżeli stacja nadaje więcej niż na czterech częstotliwościach, to po ponownym przyciśnięciu klawisza SW3 są one wyświetlane na wyświetlaczu. Poprzez cykliczne przyciskanie SW3 można wyświetlić całą listę przesyłaną przez stację. Po ostatnim przyciśnięciu znikają wyświetlane częstotliwości i dekoder powraca do stanu początkowego.

Tomasz Jabłoński, AVT
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP01/2001 w katalogu PCB.

BAJT 6R

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|------|------|------|------|
| BP2 | BP1 | BP0 | ----- | SOI3 | SOI2 | SOI1 | SOI0 |
|-----|-----|-----|-------|------|------|------|------|

BP2 - BP0 numer poprzednio odebranego bloku
 BP2 BP1 BP0
 0 0 0 blok A
 0 0 1 blok B
 0 1 0 blok C
 0 1 1 blok D
 1 0 0 blok C'
 1 0 1 blok E (tylko RBDS)
 1 1 0 blok E (błąd w trybie RDS)
 1 1 1 błędny blok
 SOI3 - SOI0 jakość sygnału MPX

Rys. 15. Znaczenie poszczególnych bitów bajtu 6R.