

Dekoder RDS

AVT-998

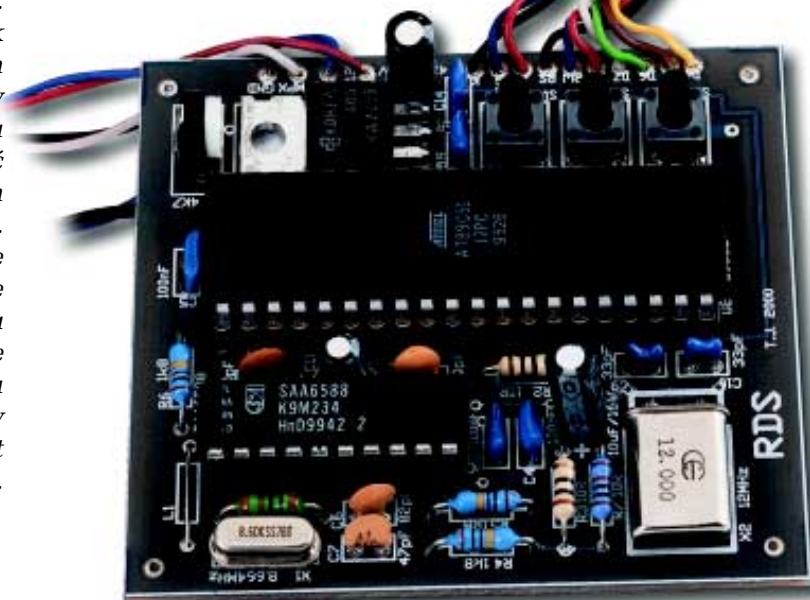
Kilka lat temu nikomu z nas nie śniło się, że tak szybko będziemy mogli czytać radiowe miniserwisy informacyjne. Teraz taką możliwość ma praktycznie każdy posiadacz współczesnego radioodbiornika.

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!

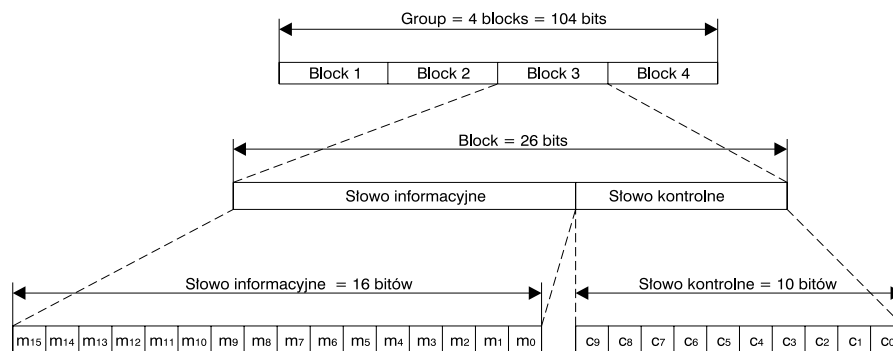
metody takiego przekazu. Jedną z nich jest system RDS.

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.

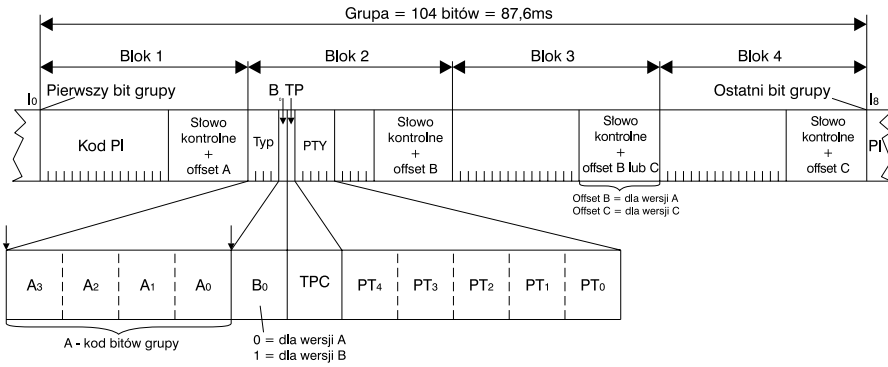


Rys. 1. Struktura informacji przesyłanej w RDS.

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.

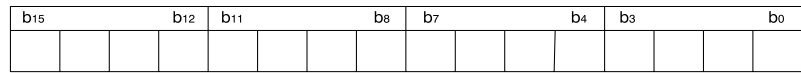
W tab. 1 pokazano wszystkie typy programów definiowanych w standardzie RDS dla obszaru Europy. Numer PTY może stanowić kryterium wyszukiwania i automatycznego dostrojenia się do stacji nadającej ulubioną muzykę lub audycję na interesujący nas temat. Bit TP sygnalizuje nadawanie informacji dla kierowców.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

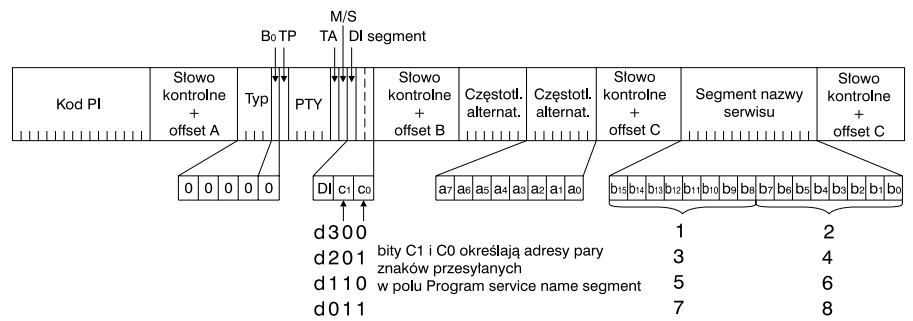


Bity b15..b12 kod kraju (Polska 03)
Bity b1..b8 typ programu i obszar nadawania

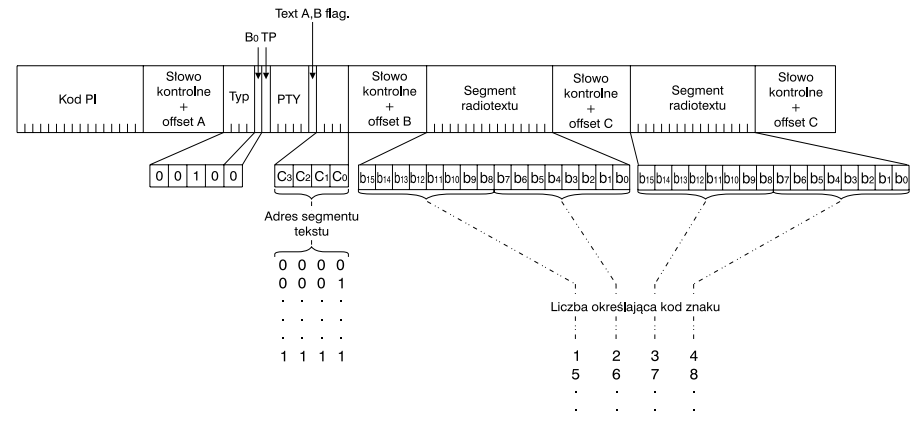
I	I	N	S	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

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.



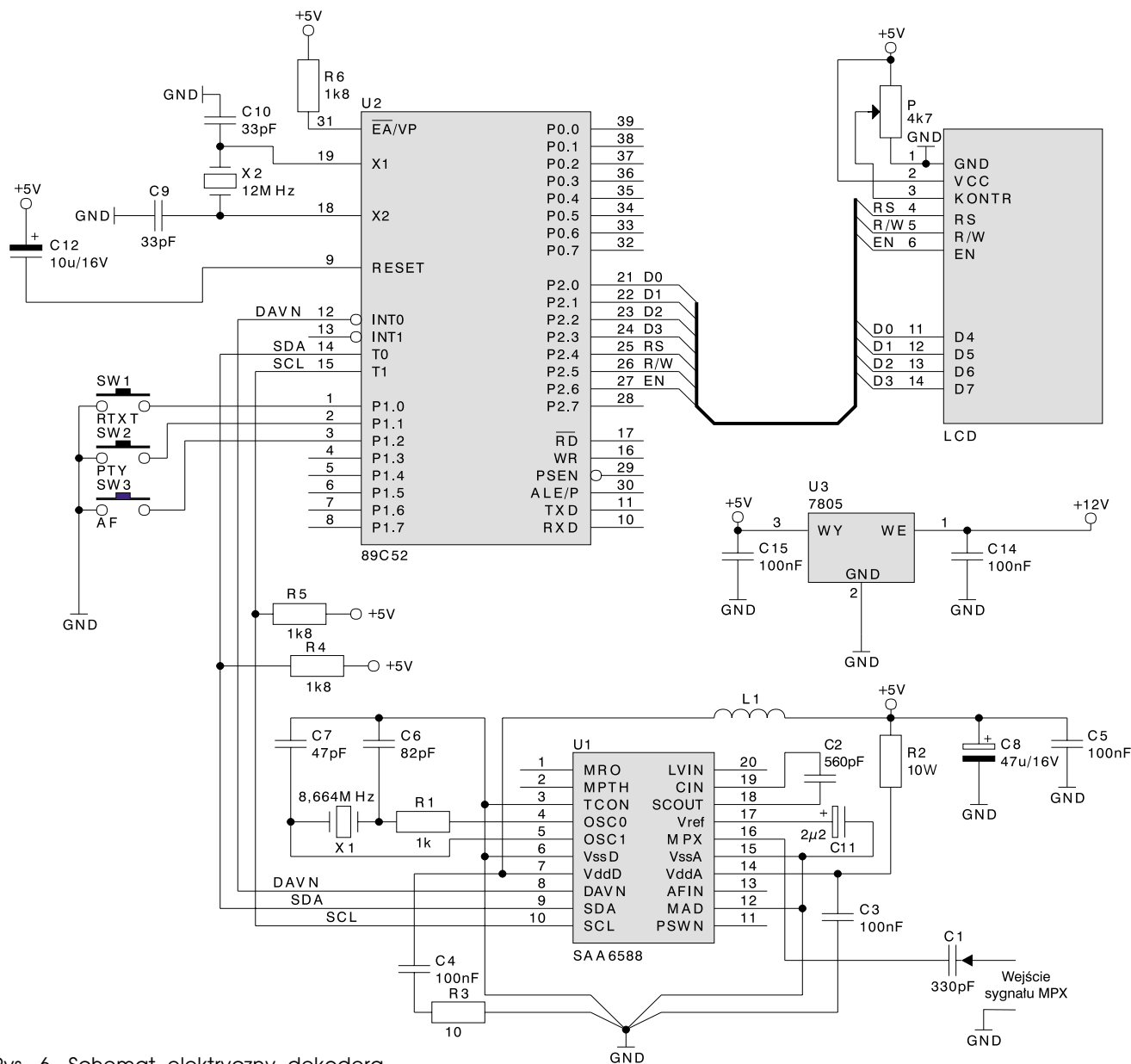
Rys. 4. Budowa grupy 0A.



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.

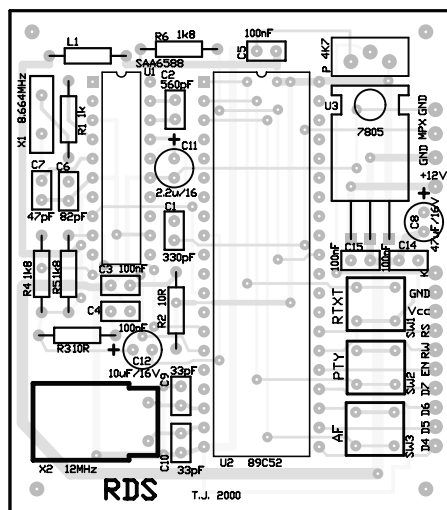
Blok C zawiera zakodowaną listę alternatywnych częstotliwości nadawcy. Jest to bardzo istotna

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.

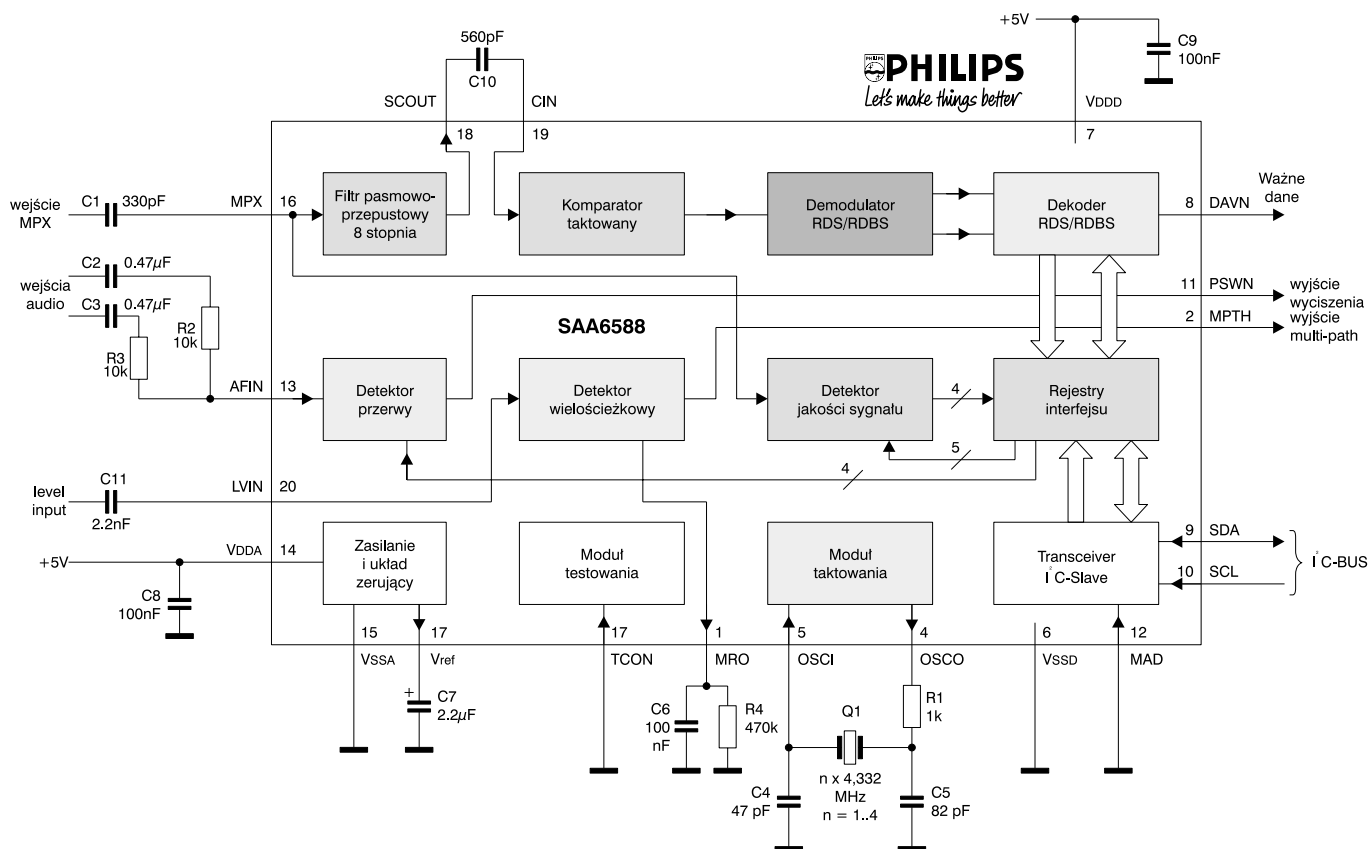
W normie systemu zdefiniowane są łącznie 32 grupy. Opisywanie wszystkich przekracza oczywiście zakres tego artykułu. Przedstawione zostały tylko moim zdaniem najciekawsze i chyba najczęściej nadawane. Zainteresowani znajdą wszystkie informacje w opisie systemu RDS.

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 przekłamanie 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