

MART1600:
MODUŁ TESTOWY DO NAGRYWANIA I ODTWARZANIA
KOMUNIKATÓW DŹWIĘKOWYCH Z WYKORZYSTANIEM
UKŁADÓW SERII ISD1600B

1. KONSTRUKCJA MODUŁU

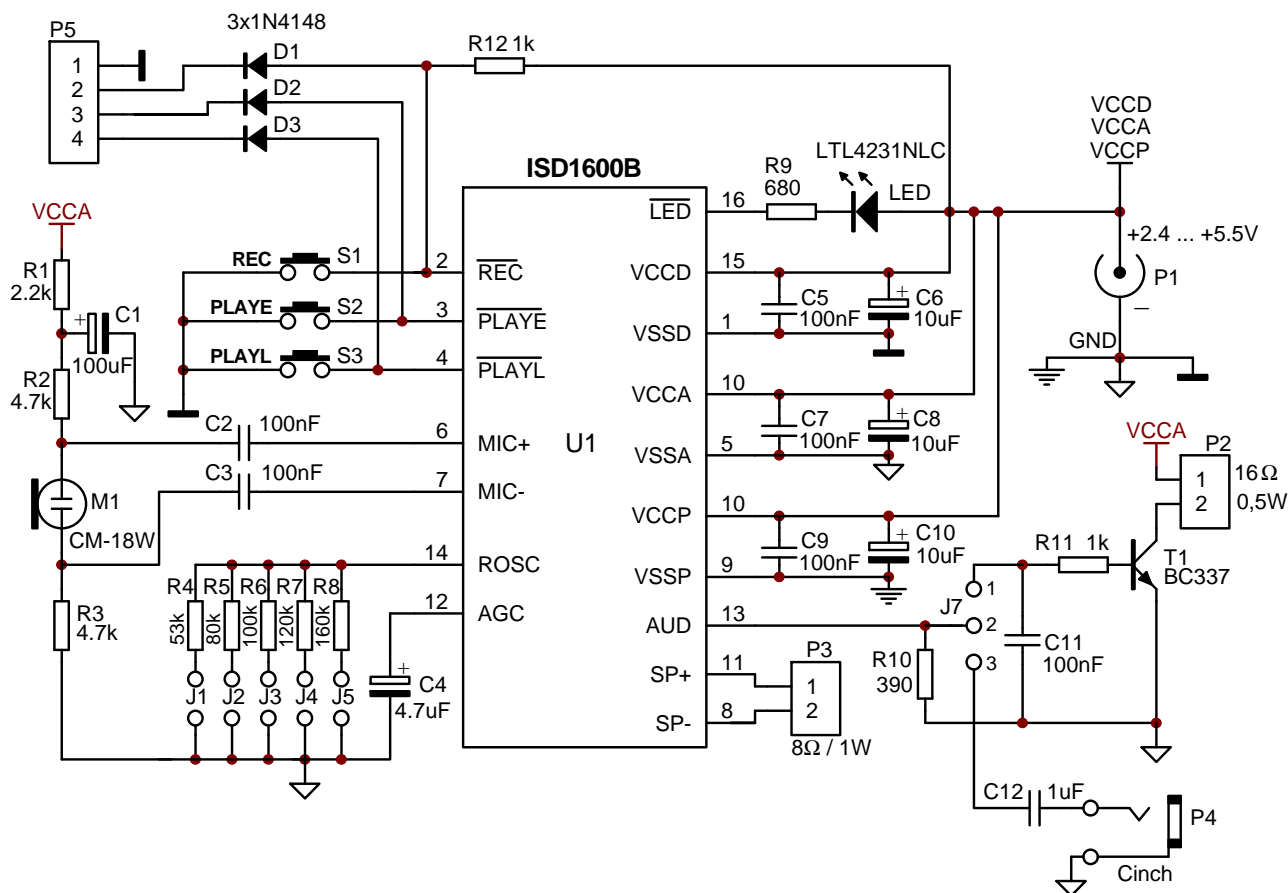
MART1600 jest modułem służącym do zapisu i odtwarzania pojedynczego sygnału dźwiękowego (komunikatu) z wykorzystaniem układów serii ISD1600B amerykańskiej firmy **Winbond Electronics Corporation America (WECA)**. Wykonane w technologii nieulotnego zapisu wielopoziomowego (ang. MLS - Multilevel Storage Technology) układy ISD1600B charakteryzują się wysoką jakością zapisu dźwięku, prostotą działania oraz dużą trwałością zapisu po odłączeniu zasilania (100 lat). Sterowanie odbywa się poprzez równoległy interfejs przyciskowy. Umożliwia on w prosty sposób realizację następujących funkcji, bez konieczności stosowania dodatkowych układów sterujących:

- zapis komunikatu dźwiękowego, wyzwalany poziomem,
- odtwarzanie komunikatu, wyzwalane zboczem,
- odtwarzanie komunikatu, wyzwalane poziomem,
- zmiana prędkości odtwarzania dźwięku,
- sygnalizacja stanu układu.

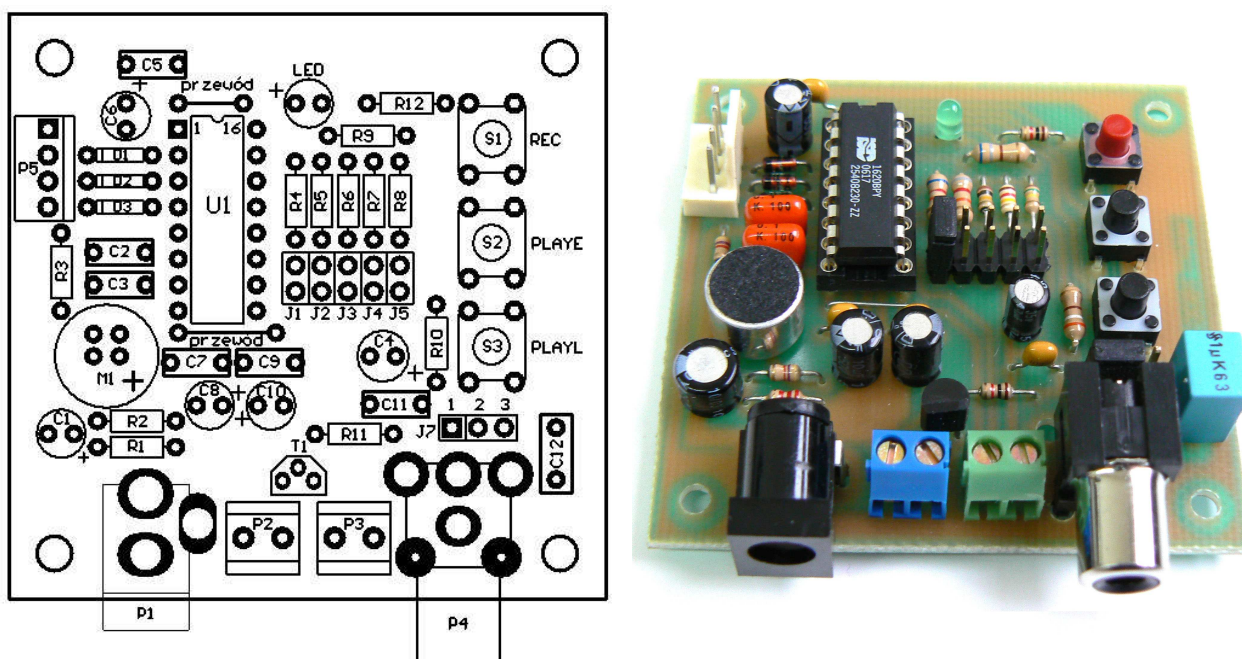
Aktualny stan układu (realizowana operacja) jest sygnalizowany za pomocą diody LED. Po zakończeniu każdej operacji układy ISD1600B wchodzą automatycznie w tryb czuwania (ang. Power Down) o znacznie zredukowanym poborze mocy, pobierając w tym stanie prąd $< 1 \mu\text{A}$.

Na rys.1 przedstawiono schemat ideowy modułu MART1600, a na rys.2 rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej. Do prawidłowego działania modułu są wymagane następujące elementy zewnętrzne:

- zasilacz stabilizowany o napięciu z zakresu $+2,4 \dots +5,5 \text{ V}$, podłączony do gniazda P1,
- głośnik $1\text{W}/8\Omega$ podłączony do listwy P3 lub głośnik $0,5\text{W}/16\Omega$, podłączony do listwy P2.



Rys.1. Schemat ideowy modułu MART1600.



Rys.2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej MART1600 (skala 1,4 : 1).

2. WYPROWADZENIA MODUŁU

Moduł zawiera elementy elektromechaniczne (przyciski S1...S3, zwieracze J1...J5 i J7, gniazdo wyjściowe audio P4, gniazda głośnikowe P2 i P3) niezbędne do realizacji wszystkich funkcji układu. Ponadto wejścia sygnałów sterujących do uruchamiania poszczególnych funkcji zostały dodatkowo wyprowadzone na złącze P5, równoległe do odpowiednich przycisków S1...S3. W ten sposób jest możliwe uruchamianie poszczególnych funkcji układu zarówno za pomocą przycisków, jak i za pomocą zewnętrznych sygnałów o odpowiednich poziomach logicznych.

Komunikat jest nagrywany do układu za pomocą mikrofonu M1 umieszczonego w module. Odtwarzany komunikat jest wyprowadzony na wyjścia głośnikowe typu PWM, do których, poprzez gniazdo P3, można bezpośrednio podłączyć głośnik. Jednocześnie komunikat jest wyprowadzony albo jako niewzmocniony analogowy sygnał audio na gniazdo P4, albo po wzmacnieniu mocy na głośnik podłączony do gniazda P2 (zależnie od położenia zwieracza J7).

Moduł jest przewidziany do zasilania napięciem stabilizowanym z zakresu $V_{CC} = 2,4 \dots 5,5 \text{ V}$ doprowadzonym do gniazda P1.

Wszystkie sygnały sterujące: \overline{REC} , \overline{PLAYE} i \overline{PLAYL} układu ISD1600B są sygnałami cyfrowymi, przyjmującymi dwie wartości napięcia: niskie L (stan logiczny L) lub wysokie H (stan logiczny H), zależne od napięcia zasilania V_{CC} . Dla układów serii ISD1600B napięcia te mają następujące wartości względem masy elektrycznej:

- napięcie wejściowe L: $-0,3 \text{ V} \dots 0,3 \times V_{CC}$,
- napięcie wejściowe H: $0,7 \times V_{CC} \dots V_{CC}$,
- napięcie wyjściowe L: $-0,3 \text{ V} \dots 0,3 \times V_{CC}$, maks. 4 mA,
- napięcie wyjściowe H: $0,7 \times V_{CC} \dots V_{CC}$, maks. 1,6 mA.

W dalszym opisie będzie używany również alternatywny zapis stanu danego sygnału sterującego (wejścia/wyjścia): *nazwa sygnału* = L, H, LH, HL, gdzie: LH – zbocze narastające sygnału, HL – zbocze opadające.

Wszystkie wejścia sterujące \overline{REC} , \overline{PLAYE} i \overline{PLAYL} układu ISD1600B posiadają wewnętrzny rezystor podciągający, wymuszający stan logiczny H na tych końcówkach oraz dodatkowo posiadają układ eliminacji drgań zestyków przycisków mechanicznych. Stanem aktywnym tych sygnałów jest L.

- S1 - przycisk uruchamiania funkcji REC (wejście sygnału \overline{REC}) - nagrywanie komunikatu wyzwalane poziomem.
- S2 - przycisk uruchamiania funkcji PLAYE (wejście sygnału \overline{PLAYE}) - odtwarzanie komunikatu wyzwalane zboczem.
- S3 - przycisk uruchamiania funkcji PLAYL (wejście sygnału \overline{PLAYL}) - odtwarzanie komunikatu wyzwalane poziomem.

Przyciśnięcie dowolnego z przycisków S1...S3 powoduje pojawienie się stanu logicznego L na odpowiadającej mu końcówce sterującej układu ISD1600B.

- P1 - gniazdo zasilania DC standardu 2,1/5,5 - napięcie zasilania w zakresie 2,4...5,5 V, stabilizowane.
 P2 - listwa zaciskowa do podłączenia głośnika 16Ω / 0,5W - wyjście wzmacniacza analogowego sygnału audio.
 P3 - listwa zaciskowa do podłączenia głośnika 8Ω / 1W - bezpośrednie różnicowe wyjście komplementarnych sygnałów głośnikowych SP+ i SP- typu PWM (sygnały o modulowanej szerokości impulsu).
 P4 - gniazdo cinch dla wyjściowego analogowego sygnału audio AUD.
 P5- złącze sterowania, którego poszczególne linie sygnałowe są połączone równolegle z odpowiednimi przyciskami funkcyjnymi S1...S3:
- P5/1 - masa elektryczna dla sygnałów cyfrowych, (-) zasilania.
 P5/2 - wejście sygnału \overline{REC} (połączone z S1).
 P5/3 - wejście sygnału \overline{PLAYE} (połączone z S2).
 P5/4 - wejście sygnału \overline{PLAYL} (połączone z S3).
- J1...J5 - zwieracze do programowania częstotliwości próbkowania (a tym samym górnej częstotliwości pasma nagrywanego sygnału i zmiany prędkości jego odtwarzania. Określoną częstotliwość próbkowania uzyskuje się poprzez zwarcie określonego zwieracza, przy rozwartych pozostałych zwieraczach. W zależności od wybranej częstotliwości próbkowania uzyskuje się różny czas nagrania, jakie można wykonać w danej wersji układu ISD1600B. Przybliżone wartości tych czasów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

Zwieracz	Częstotliwość próbkowania [kHz]	Górna częstotl. pasma [kHz]	Maksymalny czas nagrania [s]			
			ISD1610B	ISD1612B	ISD1616B	ISD1620B
J1	12	5,1	6,6	8	10,6	13,3
J2	8	3,4	10	12	16	20
J3	6,4	2,7	12,5	15	20	25
J4	5,3	2,2	15	18	24	30
J5	4	1,7	20	24	32	40

- J7 - zwieracz do przełączania rodzaju wyjścia sygnału audio:
- zwarte 1-2 - wzmacniony analogowy sygnał audio jest wyprowadzony na głośnik podłączony do listwy zaciskowej P2,
 - zwarte 2-3 - analogowy sygnał audio jest wyprowadzony na gniazdo P4.
- LED - dioda sygnalizująca stan układu (rodzaj wykonywanej operacji):
- świecenie ciągłe - operacja nagrywania komunikatu,
 - błyskanie - operacja odtwarzania.

3. ZASADA DZIAŁANIA

Układy ISD1600B umożliwiają nagrywanie pojedynczego komunikatu dźwiękowego do wewnętrznej pamięci nieulotnej. Poszczególne układy posiadają różną wielkość pamięci, a tym samym różny czas nagrania przy określonej częstotliwości próbkowania - tab.1.

Moduł jest wyposażony w przyciski S1...S3 umożliwiające wymuszenie stanów logicznych L na poszczególnych końcówkach sterujących, a tym samym uruchomienie odpowiednich funkcji układu. Zamiast tych przycisków do sterowania można wykorzystać również zewnętrzne sygnały sterujące o odpowiednich poziomach logicznych L lub H, podane na gniazdo P5.

W dalszym opisie poszczególnych funkcji modułu przyjęto dla uproszczenia, że sterowanie odbywa się za pomocą przycisków.

3.1. Programowanie częstotliwości próbkowania.

Przed włączeniem modułu należy ustawić odpowiednią do swoich potrzeb jakość nagrania, zależną od częstotliwość próbkowania sygnału dźwiękowego (skokowo 5 wartości z zakresu 4...12 kHz). W tym celu należy dokonać zwarcia odpowiedniego zwieracza J1...J5 zgodnie z tabelą 1. W zależności od wybranej częstotliwości próbkowania uzyskuje się różny czas nagrania komunikatu oraz różne pasmo nagrywanego dźwięku. Najlepszą jakość nagrania (górna granica pasma 5,1 kHz) uzyskuje się przy częstotliwości próbkowania 12 kHz. Aby uzyskać naturalne brzmienie odtwarzanego dźwięku częstotliwość próbkowania podczas nagrywania komunikatu i podczas jego odtwarzania musi być taka sama. Jeżeli komunikat będzie odtwarzany przy częstotliwości próbkowania wyższej niż przy

nagrywaniu, to odtwarzany dźwięk będzie szybszy niż nagrywany i będzie miał wyższą tonację. I odwrotnie - jeżeli komunikat będzie odtwarzany przy częstotliwości próbkowania niższej niż przy nagrywaniu, to odtwarzany dźwięk będzie wolniejszy niż nagrywany i będzie miał niższą tonację. W ten sposób można uzyskać ciekawe efekty dźwiękowe.

3.2. Nagrywanie komunikatu (REC)

Funkcja ta, uruchamiana przyciskiem REC lub sygnałem o poziomie L na gnieździe P5/2, umożliwia zapis pojedynczego komunikatu do pamięci układu. Maksymalny czas zapisu zależy od typu zastosowanego układu ISD1600B. Źródłem sygnału dźwiękowego do nagrania jest mikrofon M1 umieszczony w module. Nagrywanie odbywa się od początku pamięci i jest sterowane poziomem sygnału \overline{REC} , tzn jest inicjowane zboczem HL, trwa przez cały czas utrzymywania się stanu L i kończy się w momencie pojawienia się zbocza LH.

- Wciśnięcie i przytrzymanie przycisku REC ($\overline{REC}=L$) rozpoczyna nagrywanie komunikatu, które trwa do momentu puszczenia przycisku ($\overline{REC}=H$) lub do momentu osiągnięcia końca pamięci. W tym czasie dioda LED świeci w sposób ciągły.

W chwili zakończenia nagrywania komunikatu, w pamięci układu jest automatycznie zapisywany wewnętrzny znacznik końca komunikatu EOM, wykorzystywany podczas odtwarzania. Po zakończeniu nagrywania układ automatycznie wchodzi w stan czuwania. Nagrywanie ma pierwszeństwo przed odtwarzaniem, tzn jeżeli podczas odtwarzania zostanie uruchomiona operacja nagrywania to układ przerwie odtwarzanie i rozpocznie proces nagrywania.

3.3. Odtwarzanie komunikatu wyzwalane zboczem (PLAYE)

Funkcja ta, uruchamiana przyciskiem PLAYE lub sygnałem o poziomie L na gnieździe P5/3, umożliwia odtworzenie w całości zapisanego komunikatu.

- Krótkie przyciśnięcie przycisku PLAYE (krótki impuls L w sygnale \overline{PLAYE}) powoduje rozpoczęcie odtwarzania komunikatu od początku pamięci, które kończy się z chwilą osiągnięcia końca komunikatu lub końca pamięci.
- W czasie odtwarzania dioda LED błyska z częstotliwością kilku błysków na sekundę.
- Ponowne krótkie wciśnięcie PLAYE (kolejny impuls L) po zakończeniu odtwarzania powoduje rozpoczęcie odtwarzania komunikatu od początku.
- Krótkie wciśnięcie PLAYE w trakcie odtwarzania powoduje natychmiastowe przerwanie tej operacji. Po zakończeniu odtwarzania układ automatycznie wchodzi w stan czuwania.

3.4. Odtwarzanie komunikatu wyzwalane poziomem (PLAYL)

Funkcja ta, uruchamiana przyciskiem PLAYL lub sygnałem o poziomie L na gnieździe P5/4, umożliwia odtwarzanie zapisanego komunikatu od początku pamięci, przez czas aktywności sygnału \overline{PLAYL} .

- Przyciśnięcie i przytrzymanie przycisku PLAYL ($\overline{PLAYL}=L$) powoduje rozpoczęcie odtwarzania komunikatu, które trwa przez cały czas utrzymywania się poziomu L w tym sygnale.
- W czasie odtwarzania dioda LED błyska z częstotliwością kilku błysków na sekundę.
- Odtwarzanie kończy się w następujących przypadkach: w momencie zwolnienia przycisku PLAYL ($\overline{PLAYL}=H$), w momencie osiągnięcia końca komunikatu lub osiągnięcia końca pamięci. Po zakończeniu odtwarzania układ automatycznie wchodzi w stan czuwania.

3.5. Alarm nagrania (vAlert)

Jest to opcjonalna funkcja sygnalizacyjna, powodująca, że po zakończeniu operacji nagrywania dioda LED błyska powoli (co kilka sekund), sygnalizując obecność nowego komunikatu w pamięci. Po odtworzeniu komunikatu dioda przestaje błyskać i wraca do normalnego trybu sygnalizacji.

Układy, w których ta funkcja jest dostępna mają oznaczenie ISD1600B...01.

4. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE MODUŁU MART1600

- Zasilanie: +2,4 ... +5,5V, stabilizowane.
- Czas zapisu zależny od typu układu: 10...20 s przy częstotliwości próbkowania 8 kHz
- Zapis nieulotny w układzie ISD1600B, trwałość zapisu 100 lat bez zasilania.
- Możliwość wykonania do 100 000 cykli zapisu.
- Sterowanie za pomocą przycisków lub zewnętrznych sygnałów.
- Moc na wyjściach głośnikowych (sygnały SP+ i SP- typu PWM na listwie P3): 670 mW przy napięciu zasilania 5,5 V i oporności głośnika 8 Ω .
- Napięcie wyjściowego analogowego sygnału audio AUD (gniazdo P4): maks. 1,5 Vpp.

5. WYKAZ ELEMENTÓW MODUŁU

Oznaczenie	Typ elementu	Uwagi
<u>Rezystory (0,125 W):</u>		
R1	2,2 k Ω	
R2, R3	4,7 k Ω	
R4	53 k Ω	
R5	80 k Ω	
R6	100 k Ω	
R7	120 k Ω	
R8	160 k Ω	
R9	680 Ω	
R10	390 Ω	
R11, R12	1 k Ω	
<u>Kondensatory:</u>		
C1	100 μ F/16V	elektrolityczny
C2, C3	100 nF	foliowy MKT
C4	4,7 μ F/35V	elektrolityczny
C6, C8, C10	10 μ F/35V	elektrolityczny
C5, C7, C9, C11	100 nF	ceramiczny
C12	1 uF	foliowy MKT
<u>Układy scalone:</u>		
U1	ISD1600B	dowolny układ z tej serii
<u>Tranzystory:</u>		
T1	BC337	grupa 25
<u>Diody:</u>		
D1, D2, D3	1N4148	krzemowa impulsowa
LED	LTL4231NLC	zielona, niskoprądowa, 3 mm
<u>Pozostałe elementy:</u>		
M1	CM-18W	mikrofon elektretowy
S1	DTS-63R	mikroprzełącznik 6x6 mm, NO, dystr. TME
S2, S3	DTS-63K	mikroprzełącznik 6x6 mm, NO, dystr. TME
P1	PC-GK2.1	gniazdo zasilania DC do druku, typ 2,1/5,5 , dystr. TME
P2, P3	TB-3.8-P-2P-BL lub TB-3.8-P-2P-GY	listwa zaciskowa 3,81 mm, 2-pin, dystr. TME
P4	PHS-2B	gniazdo chinch do druku, dystr. ELFA
P5	22-27-2041	listwa stykowa męska prosta 2,54 mm, 4-styk., dystr. ELFA
J1, J2, J3, J4, J5	MX-90120-0122	listwa stykowa 2,54 mm pionowa, 2-pin, dystr. TME
J7	MX-90120-0123	listwa stykowa 2,54 mm pionowa, 3-pin, dystr. TME

Niektóre wymienione elementy, głównie mechaniczne (przełączniki, gniazda, listwy), mogą być zastąpione przez ich odpowiedniki innych firm.

ZMIANY WPROWADZONE W WYDANIU 2: Zmiana wartości rezystora - R4 = 53 k Ω .