



Politechnika Poznańska
Wydział Informatyki
Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Wykrywanie sygnałów DTMF za pomocą mikrokontrolera ATmega 328 z wykorzystaniem algorytmu Goertzela

Detection of DTMF signals using ATmega328 microcontroller and Goertzel algorithm

Grzegorz Stefaniuk, Przemysław Kubiak

Celem pracy było zaprojektowanie, oprogramowanie i doprowadzenie do pełnej funkcjonalności autonomicznego urządzenia elektronicznego wykrywającego sygnały DTMF i obrazującego je użytkownikowi za pomocą wyświetlacza LCD. W pracy zawarta została część teoretyczna niezbędna do zaprojektowania wyżej wymienionego urządzenia oraz część praktyczna przedstawiająca proces jego budowy. Do przetworzenia sygnału akustycznego w celu wykrycia składowych sygnału DTMF wykorzystano algorytm opracowany przez Geralda Goertzela.

Struktura pracy jest następująca. W rozdziale drugim pracy zostały opisane najważniejsze parametry sygnalizacji DTMF, sposoby jego detekcji oraz budowa i opis mikrokontrolera ATmega 328P z rodziny AVR. Rozdział trzeci został poświęcony środowisku programistycznemu Arduino, z wykorzystaniem którego zaimplementowano algorytm detekcji oraz przeprowadzono niezbędne testy i weryfikacje. W rozdziale czwartym pokazano założenia projektowe urządzenia, proces jego projektowania oraz realizacja sprzętowa. Rozdział piąty przedstawia podsumowanie pracy i wnioski z niej wynikające.

DTMF (ang. Dual Tone Multi Frequency) jest to nazwa sygnalizacji tonowej, używanej w technikach komunikacyjnych, głównie w urządzeniach telefonicznych. Sygnał ten powstaje na skutek modulacji MFSK (kluczowania wieloczęstotliwościowego). Tony DTMF są następstwem nałożenia na siebie dwóch sinusoidalnych fal dźwiękowych o

częstotliwościach przypisanych danemu przyciskowi. Jedna z harmoniczných odpowiedzialna jest za rząd (grupa niskich częstotliwości), druga zaś za kolumnę (grupa wysokich częstotliwości), w których przycisk się znajduje.

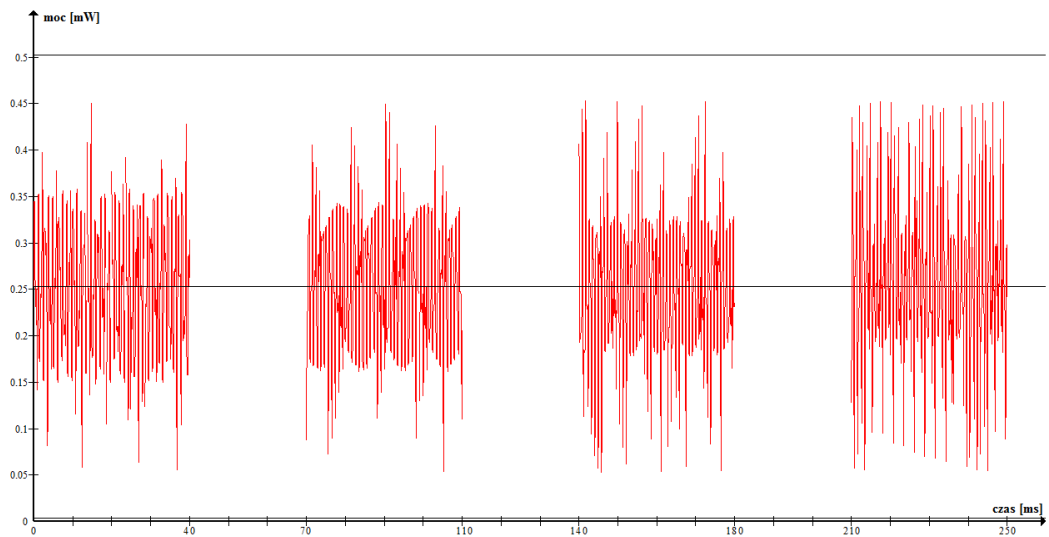
Częstotliwości wykorzystywane w sygnalizacji DTMF

| | | Grupa wysokich częstotliwości [Hz] | | | |
|-----------------------------------|-----|------------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| Grupa niskich częstotliwości [Hz] | 697 | 1 | 2 | 3 | A |
| | 770 | 4 | 5 | 6 | B |
| | 852 | 7 | 8 | 9 | C |
| | 941 | * | 0 | # | D |

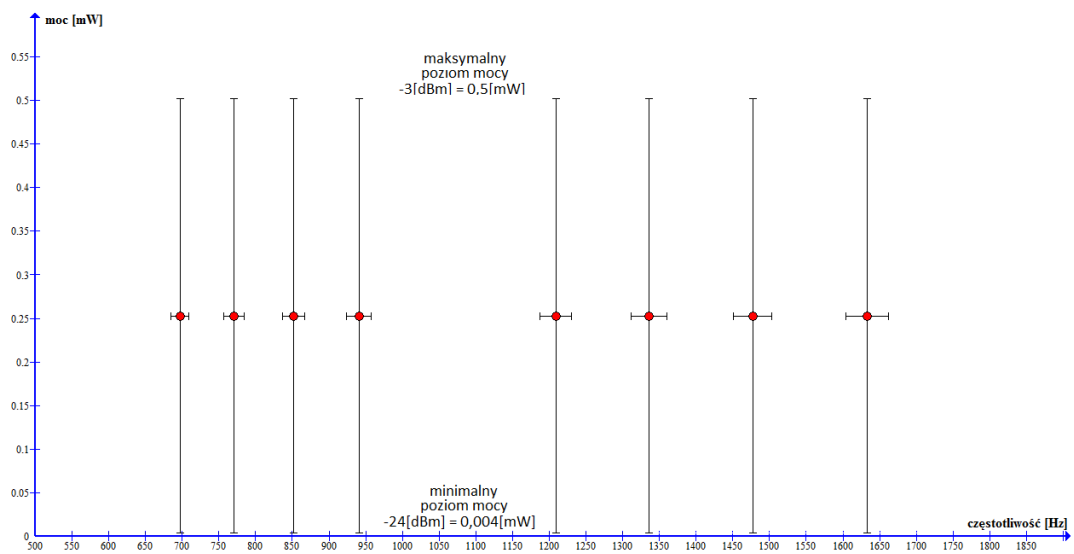
Sygnał DTMF jest sygnałem znormalizowanym. Tolerancja dopuszczalnej zmiany może wahać się w granicach 1.8 % nominalnej częstotliwości. Poziom natężenia dźwięku kodowanego sygnału musi być co najmniej 20 dB powyżej całkowitego produktu zniekształceń harmoniczných [Q23 1993].

Poziom mocy sygnału może zmieniać się w granicach od -3 do -24 dBm, a w przypadku braku operacji może osiągnąć maksymalnie -29 dBm. Różnica poziomów mocy pomiędzy poszczególnymi częstotliwościami składowymi nie może być wyższa od 5 dB. Czas trwania sygnału nie może być mniejszy niż 40 ms w przypadku operacji. Dla poprawnego rozpoznawania czas pauzy pomiędzy nimi nie może być mniejszy od 30 ms [Q24 1993].

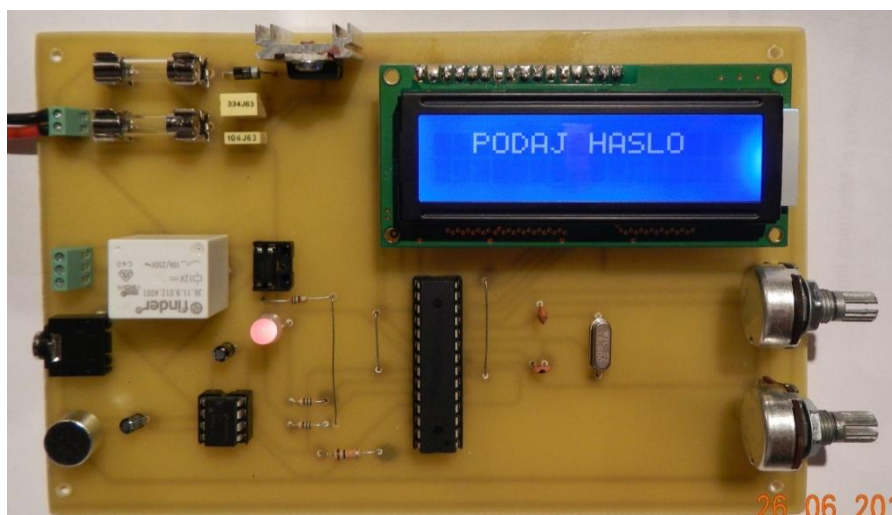
Na rys. 1 pokazano przykładowy przebieg czasowy sygnału niosącego informację (1, 2, 3, A), zakodowaną przy użyciu kodu DTMF, natomiast rys. 2 ilustruje dopuszczalny rozkład widmowy sygnału DTMF. Na rys. 3 przedstawiono zmontowany i uruchomiony układ.



Rys. 1. Przebieg czasowy sygnału DTMF z pakietem danych 1, 2, 3, A



Rys. 2 Rozkład widmowy sygnału DTMF



Rys. 3. Zmontowany i uruchomiony układ

Bibliografia

- [Ana 1999] Analog Devices, Microphone Preamplifier with Variable Compression and Noise Gating SSM2165, 1999.
- [and 2012] and-tech, „eFront,” 2012. [Online]. Available: <http://www.kursy.and-tech.pl/www/index.php>.
- [Ard 2013] Arduino, „Arduino,” Arduino, 2013. [Online]. Available: <http://www.arduino.cc/>.
- [Atm 2009] Atmel Corporation, „Datasheet ATmega 48PA/88PA/168PA/328P,” 2009.
- [Atm 2013] Atmel Corporation, „AVR 8-bit and 32-bit Microcontroller,” 2013.
- [AVT 2013] AVT, „Instrukcja obsługi folii TES-200,” 2013.
- [Bar 2005] Baranowski R., Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce, Warszawa: Wydawnictwo BTC, 2005.
- [Cad 2010] CadSoft, Computer GmbH, www.cadsoft.de, 2010.
- [Dab 1997] Dabrowski A., Marciniak T., INVESTIGATION OF MODIFIED GOERTZEL ALGORITHM WITH APPLICATION TO DETECTION OF DTMF SIGNALS, Intelligent Methods for Signal Processing and Communications, p.221-223, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA324518#page=235>
- [Dab 2000] Dabrowski A., Figlak P., Gołbiewski R., Marciniak T., Przetwarzanie sygnałów przy użyciu procesorów sygnałowych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
- [Dol 2003] J. Doliński, Mikrokontrolery AVR w praktyce, Warszawa: Wydawnictwo BTC, 2003.
- [Eve 2010] Everlight, datasheet EL817, 2010.

- [Gór 1996] Górecki T., „Scalony dekodery kodu DTMF,” ELEKTRONIKA DLA WSZYSTKICH, 1996.
- [Mar 1995] T. Marciniak, A. Dąbrowski, „Cyfrowy odbiór sygnałów DTMF,” Przegląd Telekomunikacyjny, 1995.
- [Mar 2011] Margolis M., Arduino Cookbook, 2011.
- [Mit 1997] MITEL, „ISO2-CMOS MT8870D Integrated DTMF Receiver”, 1997.
- [Nat 2000] National Semiconductor, „Low Voltage Audio Power Amplifier LM386,” 2000.
- [Q23 1993] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, „Q.23,” 1993.
- [Q24 1993] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, „Q.24,” ITUT, 1993.
- [Sem 2004] Semiconductor, datasheet 7805T, 2004.
- [Wik 2013] „Wikipedia,” 2013. [Online]. Available: http://pl.wikipedia.org/wiki/Dual_in-line_package.