

## MIKRO SYSTEM ZASILANIA BEZPRZEWODOWEGO

Piotr MARCINIAK<sup>1</sup>, Stanisław GALLA<sup>2</sup>

1. tel: 691-365-014

e-mail: Piotr.Marciniak87@tlen.pl

2. Miejsce pracy

Katedra Metrologii i Optoelektroniki, Politechnika Gdańska

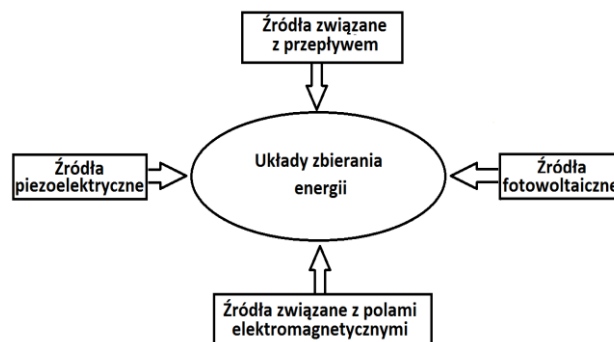
tel: (58) 347 17 37

fax: (58) 341 61 32

e-mail: galla@eti.pg.gda.

**Streszczenie:** Wzrastająca na rynku liczba układów mikrokontrolerów o bardzo niskiej konsumpcji energii elektrycznej umożliwia budowę układów zasilania bezprzewodowego, opartych o układy zbierające energię elektryczną z różnych źródeł występujących w naszym otoczeniu. Obecnie powstające układy wytwarzające energię elektryczną korzystają z jej konwersji m.in. z następujących źródeł: promieniowania słonecznego, energii drgań i wibracji, występujących różnic temperaturowych, oraz otaczających nas pól elektromagnetycznych. W artykule przedstawiono wyniki prac nad systemem zasilania bezprzewodowego wykorzystującego zbieranie energii z pól elektromagnetycznych związanych z pracującymi układami telefonii komórkowej oraz pasma 868 MHz.

**Słowa kluczowe:** zasilanie, bezprzewodowe.



Rys. 1. Podstawowe źródła energii dla układów zbierających

### 1. WPROWADZENIE

Wprowadzenie do powszechnej sprzedaży mikrokontrolerów o bardzo niskim poborze np.: mikrokontrolera MSP430G2302-EPo zużywającego w stanie aktywnym: 220  $\mu\text{A}$  przy częstotliwości pracy 1 MHz i napięciu zasilania 2,2 V, natomiast w stanie „standby mode” pobierany prąd wynosi ok. 0,5  $\mu\text{A}$ , i może on być nawet ograniczony do 0,1  $\mu\text{A}$  w przypadku wyłączenia trybu pamięci RAM [1]. Tak niewielkie zapotrzebowanie na energię pozwala na wykorzystywanie do zasilania układów tego typu różnych niestosowanych na szerszą skalę układów zasilania. W wielu przypadkach oparte są one o znane zjawiska konwersji energii z jej innych form do użytecznej dla nas formy energii elektrycznej. Najczęściej spotykane układy zbierania energii wykorzystują systemy fotowoltaiczne, wszelkiego rodzaju układy przetwarzające energię drgań i wstrząsów (przetworniki piezoelektryczne), układy przetwarzające energię wiatru, przepływu wody lub gazu, lub rzadziej związane z konwersją energii pochodzącej z otaczających nas pól elektromagnetycznych (rysunek 1).

W pracy przedstawiono jedynie wycinek zagadnienia związanego z odzyskiwaniem energii z otaczających nas pól elektromagnetycznych związanych z istniejącą infrastrukturą nadajników GSM pracujących w paśmie 800 – 900 MHz oraz innych urządzeń radiowych wykorzystujących częstotliwość 868 MHz, dostępną dla dowolnych zastosowań radiokomunikacyjnych.

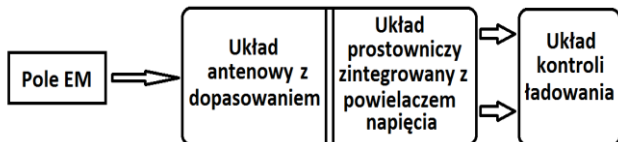
### 2. WIADOMOŚCI PODSTAWOWE

Otoczające nas pola elektromagnetyczne związane z rozpatrywanymi pasmami radiowymi można podzielić na emisje stałe związane z konkretnymi częstotliwościami i względnie stałymi niskimi poziomami ich występowania, oraz okresowe które zajmują ściśle określone pasma częstotliwości i charakteryzujące się dużymi zmiennościami wartości poziomu sygnału generowanego w funkcji czasu. Przykładami takich zmiennych czasowo pól są pola pochodzące od istniejącej sieci telefonii komórkowej. W swojej podstawowej konfiguracji nadajniki sieci telefonii GSM zajmują pasmo od 890 MHz do 960 MHz przy mocach dostarczanych do anteny rzędu 25 W. Natomiast w przypadku aparatów przenośnych moce są zdecydowanie mniejsze i zależą głównie od odległości od stacji bazowych jednakże nie powinny przekraczać 1 W. Dla pasma 868 MHz dozwolona jest obecnie emisja z mocą e.r.p wynoszącą + 25 dBm (316 mW) [4]. Przedstawione powyżej moce odnoszą się do mocy dysponowanej na antenie układu nadawczego, natomiast w rzeczywistości na antenach układów odbiorczych służących do zbierania energii należy spodziewać się mocy około 0,7  $\mu\text{W}$  w paśmie GSM [2]. Niektóre badania pozwalają stwierdzić, iż w dużych aglomeracjach miejskich zanotowano nawet moc dostępną rzędu 109  $\mu\text{W}$  przy częstotliwości 800 MHz [2].

Można założyć iż mierzone pole elektromagnetyczne o wartość 1 V/m jest w stanie wygenerować moc około 0,26  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  [2]. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w pracy [3] w zależności od dysponowanej mocy w danym miejscu jesteśmy w stanie nawet ładować telefon komórkowy energią zebraną z otaczających nas pól elektromagnetycznych.

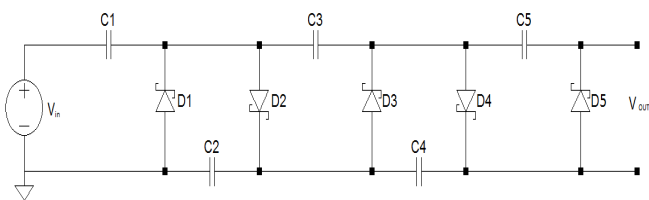
### 3. ZASTOSOWANY UKŁAD I POMIARY URUCHOMIENIOWE

Na rysunku 2 przedstawiono podstawowy schemat blokowy układu zbierania energii z pól elektromagnetycznych.



Rys. 2. Schemat blokowy układu zbierania energii

Przedmiotem prowadzonych prac był głównie układ prostowniczo - powielający. W rozpatrywanym układzie zbierania energii wykorzystano głównie diody Schottki - ego typu HSMS - 2802 w charakterze diod prostująco - powielających. Zastosowane diody charakteryzują się bardzo małym spadkiem napięcia w kierunku przewodzenia, małą pojemnością złącza (około 0,28 pF) zapewniającą wysoką częstotliwość pracy i stosunkowo niskim napięciem wstecznym (4 V). W toku prac wykorzystywano także diody BAR 43 w celu sprawdzenia możliwości ich zastosowania w układach gdzie odzysk energii występował by z pól elektromagnetycznych o niższych częstotliwościach. Jako układ powielania napięcia zastosowano tzw. układ Villarda którego schemat dla 5 - u stopni powielania przedstawiony na rysunku 3. Rozpatrywano również wykorzystanie tzw. układu Dicksona, jednakże zrezygnowano z jego zastosowania ze względu na większą komplikację wykonania układu.



Rys. 3. Schemat 5 - stopniowego układu Villarda

W przypadku zastosowanego tego układu można stwierdzić, iż napięcie wyjściowe układu  $V_{out}$  można opisać wzorem:

$$V_{out} = \frac{n}{f \cdot C} \cdot I_{Load} \quad (1)$$

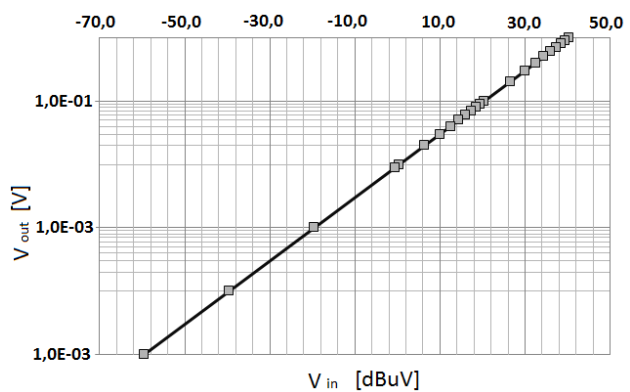
gdzie:  $V_{in}$  – napięcie wejściowe,  $n$  – liczba stopni powielacza,  $f$  – częstotliwość,  $C$  – pojemność,  $I_{Load}$  – prąd obciążenia

lub zależnością uproszczoną [2]:

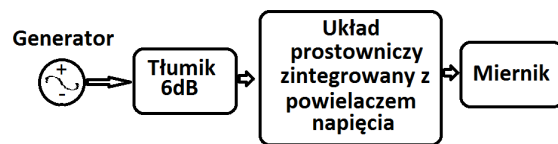
$$V_{out} = 2V_{in} \quad (2)$$

gdzie:  $n$  – liczba stopni powielacza,  $V_{in}$  – napięcie wejściowe

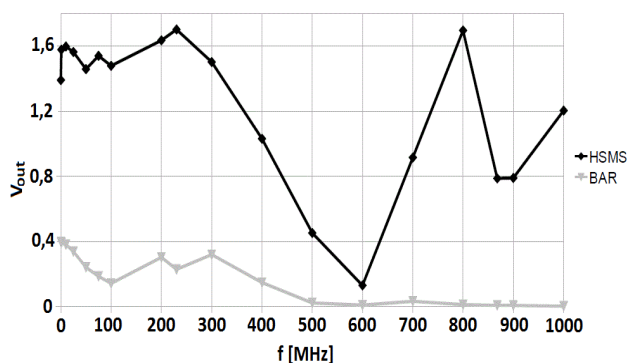
Wstępne obliczenia napięcia wyjściowego  $V_{out}$  przy dysponowanym napięciu wejściowym  $V_{in}$  z wykorzystaniem wzoru (2) przedstawiono na rysunku 4. Na rysunku 5 przedstawiono schemat blokowy układu kontrolnego zastosowanego podczas wykonywania testów. Jako generator sygnałowy wykorzystywano generator R&S SML – 01, na którego wyjściu umieszczono 6 dB tłumik szerokopasmowy, jako miernik napięcia wyjściowego wykorzystywano multimetr BM 857. Na rysunku 6 przedstawiono uzyskane wyniki pomiarów układów napięcia wyjściowego  $V_{out}$  w funkcji częstotliwości dla dwóch typów diod: HSMS 2802 i BAR 43 badania przedstawiono dla mocy wyjściowej (zadawanej) generatora wynoszącej  $P = 0$  dBm.



Rys. 4. Wartości napięcia wyjściowego w stosunku do napięcia wejściowego dla układu 5 - stopniowego układu powielacza Villarda



Rys. 5. Schemat blokowy układu kontrolnego

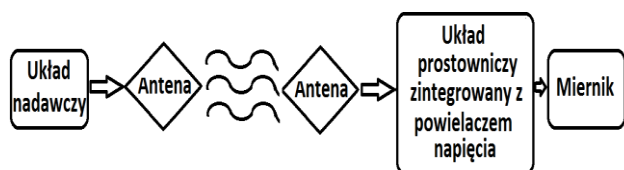


Rys. 6. Wyniki pomiarów napięcia wyjściowego powielacza napięcia przy zastosowaniu diod HSMS 2802 i BAR 43 dla mocy wyjściowej generatora SML – 01 wynoszącej 0 dBm

### 4. POMIARY

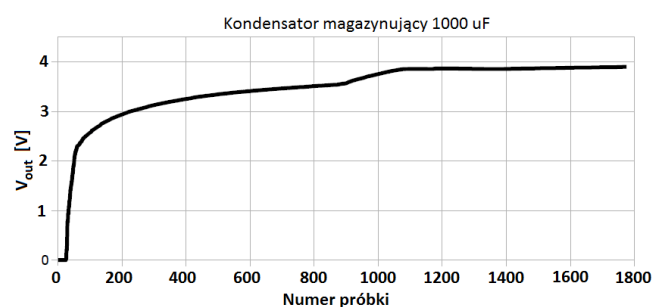
Badania wykonywano z wykorzystaniem dostępnych nadajników energii RF takich jak: telefon komórkowy marki Nokia 6300 oraz specjalizowanego nadajnika dla pasma 868

MHz o mocy e.i.r.p wynoszącej 10 dBm. Na rys. 7 przedstawiono schemat blokowy układu pomiarowego. Jako anteny odbiorcze wykorzystywano dostępne na rynku anteny na pasmo 868 MHz oraz anteny pokrywające pasmo GSM.



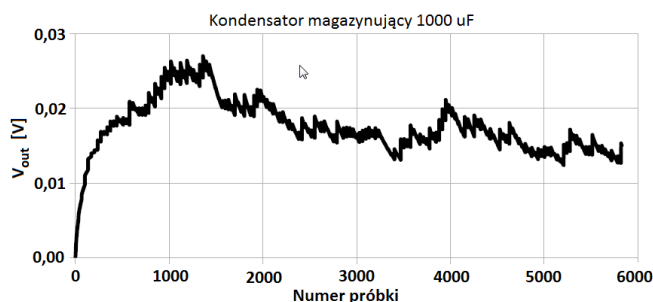
Rys. 7. Schemat blokowy układu pomiarowego

Jako miernik napięcia wyjściowego z układu wykorzystywano multimetr BM 859 CF współpracujący z oprogramowaniem umożliwiającym zbieranie danych. Pomiar przedstawiony na rysunku 8 odnosi się do pomiarów z wykorzystaniem nadajnika na pasmo 868 MHz. Próbkę dla przedstawionych pomiarów zbierano co 1 s. W odległości 1 cm od anteny zmierzono moc o wartości -3,2 dBm, pomiaru dokonywano za pomocą izotropowej sondy pola HAMEG 530-E współpracującej z analizatorem widma HM 5014-2



Rys. 8. Wynik pomiaru napięcia dla pasma 868 MHz.

Wykonano również pomiary w przypadku pracy w środowisku domowym w którym nie pracował żaden nadajnik GSM w jego pobliżu (rysunek 9).



Rys. 9. Wynik pomiaru napięcia dla pasma 868 MHz

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

Uzyskane wyniki badań wskazują że istnieje możliwość konstrukcji prostych układów zbierania energii z otaczających nas pól elektromagnetycznych. Wydaje się, iż w niektórych warunkach w szczególności dla pasma GSM nie należy liczyć na wystarczające wartości energii dla ciągłej pracy mikrokontrolerów, natomiast jeżeli w pobliżu będziemy mogli dysponować źródłem o stałej mocy np. w paśmie 868 MHz można dysponować wystarczającą mocą do ciągłej pracy mikrokontrolerów o małym poborze mocy. Natomiast w przypadku rozpatrywania pracy przerywanej mikrokontrolerów w obu przypadkach dysponuje się wystarczającą mocą do pracy ich pracy jednakże wymaga to starannego napisania programu sterującego mikrokontrolerem.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. SLAS868 Mixed Signal Microcontroller MSP430G2302-EP – JUNE 2012; [www.ti.com](http://www.ti.com),
2. H. Jabbar, Y. S. Song, T. T. Jeong “RF Energy Harvesting System and Circuits for Charging of Mobile Devices” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 56, No. 1, FEBRUARY 2010,
3. Daniel W. Harrist “Wireless Battery Charging System Using Radio Frequency Energy Harvesting” University of Pittsburgh, 2004
4. Rozporządzenie ministra transportu z dnia 3 lipca 2007 roku. W sprawie urządzeń radiowych nadawczych lub odbiorczo nadawczych, które mogą pracować bez pozwolenia radiowego. Dz. U. nr 138 poz.972. 2007 r

## THE MICRO POWER WIRELESS SYSTEM

**Key words:** power supply , wireless

Abstract

The occurrence of electrostatic discharge can lead to very large losses in production or service of electronic equipment. In case of special production ESD can even lead to serious accidents. Phenomenon of electrostatic discharge (ESD) is related to such physicochemical processes friction, grinding, spraying and rapid separation or combining of non-conductive, or well-insulated solid, liquid and/or gas. In some cases it is necessary to monitor continuously the protected zone. This article presents ongoing work on electrostatic discharge detection system based on the collection and analysis of electromagnetic emission signal appearing at the time of ESD occurrence. The article presents results obtained from simulation studies and shows the system made on the basis of previously mentioned results.

